

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-197208

(43)Date of publication of application : 14.07.2000

(51)Int.Cl.

B60L 11/14
 B60K 6/00
 B60K 8/00
 F02D 29/02
 H02P 9/04
 H02P 9/06

(21)Application number : 10-367372

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 24.12.1998

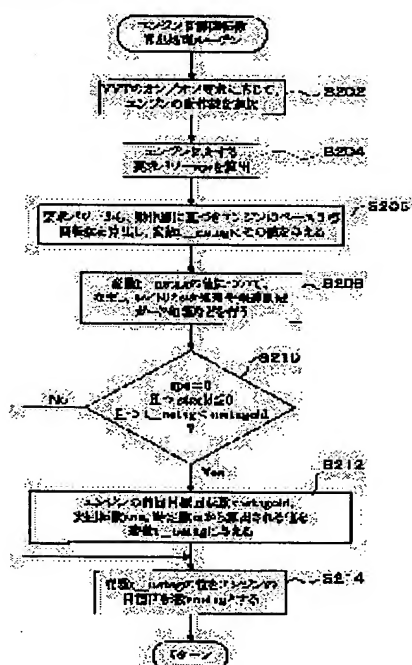
(72)Inventor : YAMAGUCHI KATSUHIKO

(54) POWER OUTPUTTING DEVICE, AND HYBRID VEHICLE INCORPORATING THE SAME
 AND METHOD OF CONTROLLING MOTOR- DRIVEN GENERATOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent the drop in torque of a generator immediately after power required with respect to an engine became zero.

SOLUTION: A control unit calculates the base target revolutions of an engine from the power 'spe' required by the engine to give it to a parameter 't-netag' (S206). It performs annealing and rate-limiter treatments and the like about the value of the parameter 'n-netag' (S208). It also decides whether or not the target revolutions of the engine is decreasing, when no power 'spe' is required and a motor is in a generating state (S210). If these conditions are satisfied, it newly gives to the parameter 'n-netag' a value to be calculated from a time constant a of the previous target revolutions 'snetagold' and actual revolutions 'sne' of the engine (S212). It sets the value of the parameter 't-netag' as the target revolutions 'snetag' of the engine (S214).



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] While being the power output unit which outputs power to a driving shaft, having the 1st or 3rd shaft and combining the aforementioned driving shaft with the 3rd shaft of the above When power is outputted and inputted to any 2 shafts among the above 1st or the 3rd shaft A 3 shaft type power I/O means to output and input the power which becomes settled based on the power outputted and inputted to one residual shaft, The prime mover which the axis of rotation combines with the 1st shaft of the above, and can output power to the 1st shaft of the above, The 1st motor generator which the axis of rotation combines with the 2nd shaft of the above, and can output and input power to the 2nd shaft of the above, The 2nd motor generator which the axis of rotation combines with the 3rd shaft of the above, or the 1st shaft, and can output and input power to the 3rd shaft of the above, or the 1st shaft, It has the control means which control the 1st motor generator of the above based on the demand power to the aforementioned prime mover. the aforementioned control means So that the aforementioned prime mover is operating state, and the torque value of the 1st motor generator of the above may increase from a negative value in monotone and may become abbreviation zero, if the demand power to the aforementioned prime mover becomes abbreviation zero when the 1st motor generator of the above is in a power generation state The power output unit characterized by controlling the torque of the 1st motor generator of the above.

[Claim 2] In a power output unit according to claim 1 the aforementioned control means So that the target rotational frequency setting section which sets up the target rotational frequency of the aforementioned prime mover based on the demand power to the aforementioned prime mover, and the real rotational frequency of the aforementioned prime mover may become almost equal to the target rotational frequency of the aforementioned prime mover It has the torque control section which controls the torque of the 1st motor generator of the above. the aforementioned target rotational frequency setting section When the aforementioned prime mover is operating state and the 1st motor generator of the above is in a power generation state The power output unit characterized by setting up the target rotational frequency of the aforementioned prime mover so that the target rotational frequency of the aforementioned prime mover may approach the real rotational frequency of the aforementioned prime mover and may become almost equal to a rotational frequency final as a matter of fact, if the demand power to the aforementioned prime mover becomes abbreviation zero.

[Claim 3] It is the power output unit which sets to a power output unit according to claim 2, and is characterized by the aforementioned target rotational frequency setting section setting up the target rotational frequency of the aforementioned prime mover so that the target rotational frequency of the aforementioned prime mover may approach the real rotational frequency of the aforementioned prime mover according to a predetermined time constant.

[Claim 4] In a power output unit according to claim 1 the aforementioned control means So that the target rotational frequency setting section which sets up the target rotational frequency of the 1st motor generator of the above based on the demand power to the aforementioned prime mover, and the real rotational frequency of the 1st motor generator of the above may become almost equal to the target rotational frequency of the 1st motor generator of the above It has

the torque control section which controls the torque of the 1st motor generator of the above. the aforementioned target rotational frequency setting section When the aforementioned prime mover is operating state and the 1st motor generator of the above is in a power generation state The power output unit characterized by setting up the target rotational frequency of the 1st motor generator of the above so that the target rotational frequency of the 1st motor generator of the above may approach the real rotational frequency of the 1st motor generator of the above and may become almost equal to a rotational frequency final as a matter of fact, if the demand power to the aforementioned prime mover becomes abbreviation zero.

[Claim 5] It is the power output unit which sets to a power output unit according to claim 4, and is characterized by the aforementioned target rotational frequency setting section setting up the target rotational frequency of the 1st motor generator of the above so that the target rotational frequency of the 1st motor generator of the above may approach the real rotational frequency of the 1st motor generator of the above according to a predetermined time constant.

[Claim 6] In a power output unit according to claim 1 the aforementioned control means So that it may become the aforementioned torque set point which the torque setting section which sets up the torque set point of the 1st motor generator of the above based on the demand power to the aforementioned prime mover, and the torque value of the 1st motor generator of the above set up mostly It has the torque control section which controls the torque of the 1st motor generator of the above. the aforementioned torque setting section So that the aforementioned prime mover is operating state, and the torque set point of the 1st motor generator of the above may approach zero and may finally become abbreviation zero, if the demand power to the aforementioned prime mover becomes abbreviation zero when the 1st motor generator of the above is in a power generation state The power output unit characterized by setting up the torque set point of the 1st motor generator of the above.

[Claim 7] It is the power output unit which sets to a power output unit according to claim 6, and is characterized by the aforementioned target rotational frequency setting section setting up the torque set point of the 1st motor generator of the above so that the torque set point of the 1st motor generator of the above may approach zero according to a predetermined time constant.

[Claim 8] The hybrid vehicles which are arbitrary hybrid vehicles of a claim 1 or the claims 7 which carried [one] the power output unit of a publication, and are characterized by driving a wheel with the power outputted to the aforementioned driving shaft.

[Claim 9] While having the 1st or 3rd shaft characterized by providing the following and combining the aforementioned driving shaft with the 3rd shaft of the above When power is outputted and inputted to any 2 shafts among the above 1st or the 3rd shaft A 3 shaft type power I/O means to output and input the power which becomes settled based on the power outputted and inputted to one residual shaft, The prime mover which the axis of rotation combines with the 1st shaft of the above, and can output power to the 1st shaft of the above, The 1st motor generator which the axis of rotation combines with the 2nd shaft of the above, and can output and input power to the 2nd shaft of the above, How to control the 1st motor generator of the above in the power output unit equipped with the 2nd motor generator which the axis of rotation combines with the 3rd shaft of the above, or the 1st shaft, and can output and input power to the 3rd shaft of the above, or the 1st shaft. (a) The process which the aforementioned prime mover is operating state, and judges whether the demand power to the aforementioned prime mover became abbreviation zero when the 1st motor generator of the above is in a power generation state. (b) The process which controls the torque of the 1st motor generator of the above so that the torque value of the 1st motor generator of the above increases from a negative value in monotone and becomes abbreviation zero, when the aforementioned demand power becomes abbreviation zero.

[Claim 10] The motor generator control method according to claim 9 characterized by providing the following. The aforementioned process (b) is a process which sets up the target rotational frequency of the aforementioned prime mover so that the target rotational frequency of the aforementioned prime mover may approach the real rotational frequency of the aforementioned prime mover and may become almost equal to a rotational frequency final as a matter of fact, when the aforementioned demand power becomes abbreviation zero. The process which controls

the torque of the 1st motor generator of the above so that the real rotational frequency of the aforementioned prime mover becomes almost equal to the target rotational frequency of the aforementioned prime mover.

[Claim 11] The motor generator control method according to claim 9 characterized by providing the following. The aforementioned process (b) is a process which sets up the target rotational frequency of the 1st motor generator of the above so that the target rotational frequency of the 1st motor generator of the above may approach the real rotational frequency of the 1st motor generator of the above and may become almost equal to a rotational frequency final as a matter of fact, when the aforementioned demand power becomes abbreviation zero. The process which controls the torque of the 1st motor generator of the above so that the real rotational frequency of the 1st motor generator of the above becomes almost equal to the target rotational frequency of the 1st motor generator of the above.

[Claim 12] The motor generator control method according to claim 9 characterized by providing the following. The aforementioned process (b) is a process which sets up the torque set point of the 1st motor generator of the above so that the torque set point of the 1st motor generator of the above may approach zero and may finally become abbreviation zero, when the aforementioned demand power becomes abbreviation zero. The process which controls the torque of the 1st motor generator of the above to become the aforementioned torque set point which the torque value of the 1st motor generator of the above set up mostly.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the control method of the motor generator in a power output unit in detail about the power output unit used for hybrid vehicles etc. at the power output unit equipped with 3 shaft type power I/O meanses, such as a planetary gear, and hybrid car both the lists that carried it.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the hybrid vehicles which carried the power output unit which makes an engine and a motor the source of power are proposed, and there are parallel hybrid vehicles which carried the so-called power output unit of a machine distribution formula as a kind of the hybrid vehicles. In the power output unit of this machine distribution formula, it has the planetary gear which are an engine, a generator besides a motor, and 3 shaft type power I/O means. Among these, the planetary gear has three shafts, the 2nd shaft (sun gear shaft combined with the sun gear) is connected to the axis of rotation of a generator, and the 3rd shaft (starter-ring shaft combined with the starter ring) is connected to the driving shaft for the 1st shaft (planetary carrier combined with the planetary pinion gear) at the output shaft of an engine, respectively. As everyone knows, the planetary gear has the property in which the residual rotational frequency and residual torque of one shaft are decided, if a biaxial rotational frequency and biaxial torque are decided among three shafts. Outputting a part of mechanical power inputted from the 1st shaft (planetary carrier) combined with the output shaft of an engine to the 3rd shaft (starter-ring shaft) combined with the driving shaft based on this property, with the generator combined with the 2nd shaft (sun gear shaft) which remains, residual power can be revived as power and can be taken out. A battery stores electricity the taken-out power or it is used for driving the motor prepared in the 3rd shaft or the 1st shaft. That is, it is possible to increase and to transmit the power outputted from the engine to a driving shaft by supplying the taken-out power to this motor.

[0003] By this composition, this power output unit can output the power outputted from the engine to a driving shaft with arbitrary rotational frequencies and torque. Therefore, since an engine can choose the high operation point of operation efficiency and can be operated, the hybrid vehicles which carried this power output unit are excellent in saving-resources nature and exhaust air purification nature compared with the conventional vehicles which make only an engine a driving source.

[0004] Now, in the parallel hybrid vehicles which carried the power output unit of such a machine distribution formula, the torque of the above-mentioned generator was controlled as follows.

[0005] That is, a control circuit computes the demand power spe to an engine first from the amount of treading in and the vehicle speed of the accelerator pedal with which the operator broke in, and computes the target rotational frequency sntag of an engine from the demand power spe. And the target rotational frequency sntag of a generator is further computed from the target rotational frequency sntag of the engine according to the following formula (1). In addition, the motor described above in this case shall be prepared in the 3rd shaft of a planetary gear.

[0006]

[Equation 1]

$$\text{sngtag} = \frac{\text{snetag} - \text{snm}}{\rho} + \text{snetag} \quad \dots\dots(1)$$

[0007] Here, snm is the rotational frequency of a motor and rho is the gear ratio (number of teeth of the number of teeth/starter ring of a sun gear) of a sun gear and a starter ring in a planetary gear.

[0008] In this way, if the target rotational frequency sngtag of a generator is computed, a control circuit will ask for the deflection (namely, sng-sngtag) of the real rotational frequency sng of a generator, and the computed target rotational frequency sngtag, and it will control the torque stg of a generator so that the deflection becomes zero.

[0009] Therefore, an engine is operating state, and when a generator is in a power generation state and an operator returns an accelerator pedal, the key parameter of each part in the power output unit carried in hybrid vehicles shows the following change.

[0010] Drawing 12 is a timing chart which shows time change of the key parameter of each part in the conventional power output unit at the time of returning an accelerator pedal. demand power [on drawing 12 and as opposed to / in (b) / (a) / an engine for time change of the amount of treading in of an accelerator pedal] -- (c) -- time change of the rotational frequency of an engine -- (e) expresses time change of the torque and driving torque of a motor, and, as for (f), (d) expresses time change of the torque of an engine for time change of the torque of a generator, respectively

[0011] As shown in drawing 12 (a), when an operator returns an accelerator pedal, the demand power spe to an engine decreases gradually, as shown in drawing 12 (b), and becomes zero [kw] at last in time t0. The fuel cut (fuelcut) of the engine is carried out at this time, and after that, the target rotational frequency snetag of an engine descends, as shown in drawing 12 (c). In connection with this, as the real rotational frequency sne of an engine is also shown in drawing 12 (c), it descends.

[0012] On the other hand, the target rotational frequency sngtag of a generator descends, while the same change as the target rotational frequency snetag of the engine which shows the target rotational frequency sngtag of a generator to drawing 12 (c) is shown, since it is computed according to a formula (1) from the target rotational frequency snetag of an engine as mentioned above (not shown). Moreover, a relation also between the real rotational frequency sng of a generator and the real rotational frequency sne of an engine as shown in the following formula (2) is like the relation of the formula (1) about a target rotational frequency.

[0013]

[Equation 2]

$$\text{sng} = \frac{\text{sne} - \text{snm}}{\rho} + \text{sne} \quad \dots\dots(2)$$

[0014] Therefore, the real rotational frequency sng of a generator also descends, while the same change as the real rotational frequency sne of the engine shown in drawing 12 (c) is shown (not shown).

[0015] Then, as mentioned above, since the torque stg of a generator is controlled by deflection (sng-sngtag) of the real rotational frequency sng of a generator, and the target rotational frequency sngtag, the torque stg of a generator shows change like drawing 12 (d) after the time t0 when the demand power spe to an engine became zero. That is, immediately after time t0, the torque stg of a generator has once fallen, as Arrow Z shows, and it starts gradually after that. That is, although the torque ste of an engine serves as zero in general as drawing 12 (f) shows, the torque stg of a generator is misunderstood with that to which the engine is outputting big torque, and change as shown by Arrow Z is shown.

[0016] On the other hand, using the driving torque stp outputted to a driving shaft, and the torque stg of a generator, the torque stm of a motor is expressed, as shown in the following

formula (3).

[0017]

[Equation 3]

$$stm = stp + \frac{stg}{\rho} \quad \dots\dots(3)$$

[0018] Therefore, when it changes as the torque stg of a generator shows drawing 12 (d) since it seems that driving torque stp is shown in drawing 12 (e), according to a formula (3), the torque stm of a motor will show change like drawing 12 (e). That is, with descent of the demand power to an engine, the torque stm of a motor descends, after time t0, falls in a steep slope further and starts rapidly after that.

[0019]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Then, in the former, the engine was operating state, and when a generator was in a power generation state and the operator returned the accelerator pedal, there was a problem which is described below.

[0020] That is, since lowering of the torque of a generator will become large immediately after the demand power to an engine serves as zero if it is set up so that the target rotational frequency of an engine may be reduced early when an operator returns an accelerator pedal during a vehicles run, lowering of the torque of a motor (namely, negative torque (regeneration torque)) also increases. Therefore, thereby, in order that the deceleration of vehicles may start early, a slowdown shock will be given to an operator.

[0021] Moreover, when vehicles have stopped and the same phenomenon as the above occurs, there is a possibility of swaying vehicles.

[0022] By the way, although a battery stores electricity the power which was regenerated with the generator and taken out as mentioned above, since there is a charge permissible dose in a battery, the lower limit stmminp interlocked with the charge permissible dose of a battery is set to the torque of a generator so that the amount of regeneration of power with a generator may not exceed the charge permissible dose of the battery. If the charge permissible dose of a battery decreases, this lower limit stmminp will rise, as shown in drawing 12 (e).

[0023] Therefore, since the torque of a motor will be restricted as a thick line shows drawing 12 (e) by the lower limit stmminp if the torque of a motor falls sharply immediately after the demand power to an engine serves as zero when this lower limit stmminp is rising, the torque of a motor shows change of being raised for a moment, after falling. Since this lifting is in charge of reduction of negative torque (regeneration torque), by this, the deceleration of vehicles will escape from it for a moment, and a groove will produce it.

[0024] then, the purpose of this invention is to offer the power output unit which can prevent lowering of generator torque immediately after the demand power to an engine became zero, in order to solve the trouble of the above-mentioned conventional technology

[0025]

[A The means for solving a technical problem, and its operation and effect] In order to attain a part of above-mentioned purpose [at least], the power output unit of this invention While being the power output unit which outputs power to a driving shaft, having the 1st or 3rd shaft and combining the aforementioned driving shaft with the 3rd shaft of the above When power is outputted and inputted to any 2 shafts among the above 1st or the 3rd shaft A 3 shaft type power I/O means to output and input the power which becomes settled based on the power outputted and inputted to one residual shaft, The prime mover which the axis of rotation combines with the 1st shaft of the above, and can output power to the 1st shaft of the above, The 1st motor generator which the axis of rotation combines with the 2nd shaft of the above, and can output and input power to the 2nd shaft of the above, The 2nd motor generator which the axis of rotation combines with the 3rd shaft of the above, or the 1st shaft, and can output and input power to the 3rd shaft of the above, or the 1st shaft, It has the control means which control the 1st motor generator of the above based on the demand power to the aforementioned prime mover. the aforementioned control means So that the aforementioned prime mover is

operating state, and the torque value of the 1st motor generator of the above may increase from a negative value in monotone and may become abbreviation zero, if the demand power to the aforementioned prime mover becomes abbreviation zero when the 1st motor generator of the above is in a power generation state Let it be a summary to control the torque of the 1st motor generator of the above.

[0026] Moreover, while having the 1st or 3rd shaft and combining the aforementioned driving shaft with the 3rd shaft of the above, the control method of this invention When power is outputted and inputted to any 2 shafts among the above 1st or the 3rd shaft A 3 shaft type power I/O means to output and input the power which becomes settled based on the power outputted and inputted to one residual shaft, The prime mover which the axis of rotation combines with the 1st shaft of the above, and can output power to the 1st shaft of the above, The 1st motor generator which the axis of rotation combines with the 2nd shaft of the above, and can output and input power to the 2nd shaft of the above, The 2nd motor generator which the axis of rotation combines with the 3rd shaft of the above, or the 1st shaft, and can output and input power to the 3rd shaft of the above, or the 1st shaft, It is the method of controlling the 1st motor generator of the above in a ***** output unit. (a) The process which the aforementioned prime mover is operating state, and judges whether the demand power to the aforementioned prime mover became abbreviation zero when the 1st motor generator of the above is in a power generation state, (b) When the aforementioned demand power becomes abbreviation zero, let it be a summary to have the process which controls the torque of the 1st motor generator of the above so that the torque value of the 1st motor generator of the above may increase from a negative value in monotone and may become abbreviation zero.

[0027] Thus, the torque of the 1st motor generator is controlled by the power output unit and the motor generator control method of this invention so that a prime mover is operating state, and the torque value of the 1st motor generator will increase from a negative value in monotone and will become abbreviation zero, if it judges whether the demand power to a prime mover became abbreviation zero and the demand power becomes abbreviation zero, when the 1st motor generator is in a power generation state.

[0028] Therefore, according to the power output unit and the motor generator control method of this invention, immediately after the above-mentioned demand power becomes zero since the torque value of the 1st motor generator increases in monotone toward zero after the demand power to prime movers, such as an engine, becomes abbreviation zero, the torque of the 1st motor generator (equivalent to the generator in the conventional technology) does not once fall. For this reason, lowering (regeneration torque) of the torque of the 2nd motor generator (equivalent to the motor in the conventional technology) does not increase, either.

[0029] Moreover, even if the charge permissible dose of a battery decreases and the lower limit to the torque of the 2nd motor generator is comparing and rising in this way since it is lost that the torque of the 2nd motor generator falls sharply immediately after the above-mentioned demand power becomes zero, the torque of the 2nd motor generator is not restricted by the lower limit.

[0030] In the power output unit of the above-mentioned this invention moreover, the aforementioned control means So that the target rotational frequency setting section which sets up the target rotational frequency of the aforementioned prime mover based on the demand power to the aforementioned prime mover, and the real rotational frequency of the aforementioned prime mover may become almost equal to the target rotational frequency of the aforementioned prime mover It has the torque control section which controls the torque of the 1st motor generator of the above. the aforementioned target rotational frequency setting section When the aforementioned prime mover is operating state and the 1st motor generator of the above is in a power generation state When the demand power to the aforementioned prime mover becomes abbreviation zero, it is desirable to set up the target rotational frequency of the aforementioned prime mover so that the target rotational frequency of the aforementioned prime mover may approach the real rotational frequency of the aforementioned prime mover and may become almost equal to a rotational frequency final as a matter of fact.

[0031] In the above-mentioned motor generator control method moreover, the aforementioned

process (b) So that the target rotational frequency of the aforementioned prime mover may approach the real rotational frequency of the aforementioned prime mover and may become almost equal to a rotational frequency final as a matter of fact, when the aforementioned demand power becomes abbreviation zero It is desirable to include the process which sets up the target rotational frequency of the aforementioned prime mover, and the process which controls the torque of the 1st motor generator of the above so that the real rotational frequency of the aforementioned prime mover becomes almost equal to the target rotational frequency of the aforementioned prime mover.

[0032] Thus, since the torque control of the 1st motor generator is performed so that the real rotational frequency of a prime mover may become almost equal to the target rotational frequency of a prime mover, when the target rotational frequency of a prime mover approaches the real rotational frequency of a prime mover and it is made to become almost equal to a rotational frequency final as a matter of fact, the torque value of the 1st motor generator in a negative value will go up toward zero quickly. Therefore, immediately after the demand power to a prime mover serves as zero, the torque of the 1st motor generator does not once fall.

[0033] Moreover, it sets to the power output unit of the above-mentioned this invention, and it is desirable [the aforementioned target rotational frequency setting section] to set up the target rotational frequency of the aforementioned prime mover so that the target rotational frequency of the aforementioned prime mover may approach the real rotational frequency of the aforementioned prime mover according to a predetermined time constant.

[0034] Thus, if the target rotational frequency of a prime mover is made to approach a real rotational frequency according to a predetermined time constant, according to the time constant, the rate of rise at the time of going to the zero of the torque value of the 1st motor generator can be set up freely.

[0035] In the power output unit of the above-mentioned this invention moreover, the aforementioned control means So that the target rotational frequency setting section which sets up the target rotational frequency of the 1st motor generator of the above based on the demand power to the aforementioned prime mover, and the real rotational frequency of the 1st motor generator of the above may become almost equal to the target rotational frequency of the 1st motor generator of the above It has the torque control section which controls the torque of the 1st motor generator of the above. the aforementioned target rotational frequency setting section When the aforementioned prime mover is operating state and the 1st motor generator of the above is in a power generation state When the demand power to the aforementioned prime mover becomes abbreviation zero, it is desirable to set up the target rotational frequency of the 1st motor generator of the above so that the target rotational frequency of the 1st motor generator of the above may approach the real rotational frequency of the 1st motor generator of the above and may become almost equal to a rotational frequency final as a matter of fact.

[0036] In the above-mentioned motor generator control method moreover, the aforementioned process (b) So that the target rotational frequency of the 1st motor generator of the above may approach the real rotational frequency of the 1st motor generator of the above and may become almost equal to a rotational frequency final as a matter of fact, when the aforementioned demand power becomes abbreviation zero It is desirable to include the process which sets up the target rotational frequency of the 1st motor generator of the above, and the process which controls the torque of the 1st motor generator of the above so that the real rotational frequency of the 1st motor generator of the above becomes almost equal to the target rotational frequency of the 1st motor generator of the above.

[0037] Thus, the torque control of the 1st motor generator Since it is carried out so that the real rotational frequency of the 1st motor generator may become almost equal to the target rotational frequency of the 1st motor generator When the target rotational frequency of the 1st motor generator approaches the real rotational frequency of the 1st motor generator and it is made to become almost equal to a rotational frequency final as a matter of fact, the torque value of the 1st motor generator in a negative value will go up toward zero quickly. Therefore, immediately after the demand power to a prime mover serves as zero, the torque of the 1st motor generator does not once fall.

[0038] Moreover, it sets to the power output unit of the above-mentioned this invention, and it is desirable [the aforementioned target rotational frequency setting section] to set up the target rotational frequency of the 1st motor generator of the above so that the target rotational frequency of the 1st motor generator of the above may approach the real rotational frequency of the 1st motor generator of the above according to a predetermined time constant.

[0039] Thus, if the target rotational frequency of the 1st motor generator is made to approach a real rotational frequency according to a predetermined time constant, according to the time constant, the rate of rise at the time of going to the zero of the torque value of the 1st motor generator can be set up freely.

[0040] In the power output unit of the above-mentioned this invention moreover, the aforementioned control means So that it may become the aforementioned torque set point which the torque setting section which sets up the torque set point of the 1st motor generator of the above based on the demand power to the aforementioned prime mover, and the torque value of the 1st motor generator of the above set up mostly It has the torque control section which controls the torque of the 1st motor generator of the above. the aforementioned torque setting section So that the aforementioned prime mover is operating state, and the torque set point of the 1st motor generator of the above may approach zero and may finally become abbreviation zero, if the demand power to the aforementioned prime mover becomes abbreviation zero when the 1st motor generator of the above is in a power generation state It is desirable to set up the torque set point of the 1st motor generator of the above.

[0041] In the above-mentioned motor generator control method moreover, the aforementioned process (b) So that the torque set point of the 1st motor generator of the above may approach zero and may finally become abbreviation zero, when the aforementioned demand power becomes abbreviation zero It is desirable to include the process which sets up the torque set point of the 1st motor generator of the above, and the process which controls the torque of the 1st motor generator of the above to become the aforementioned torque set point which the torque value of the 1st motor generator of the above set up mostly.

[0042] Thus, since the torque control of the 1st motor generator is performed so that the torque value of the 1st motor generator may turn into the torque set point mostly, when the torque set point of the 1st motor generator approaches zero and it is made to become abbreviation zero finally, the torque value of the 1st motor generator in a negative value will go up toward zero quickly. Therefore, immediately after the demand power to a prime mover serves as zero, the torque of the 1st motor generator does not once fall.

[0043] Moreover, it sets to the power output unit of the above-mentioned this invention, and it is desirable [the aforementioned target rotational frequency setting section] to set up the torque set point of the 1st motor generator of the above so that the torque set point of the 1st motor generator of the above may approach zero according to a predetermined time constant.

[0044] Thus, if the torque set point of the 1st motor generator is made to approach zero according to a predetermined time constant, according to the time constant, the rate of rise at the time of going to the zero of the torque value of the 1st motor generator can be set up freely.

[0045] The hybrid vehicles of this invention are hybrid vehicles which carried the above-mentioned power output unit, and make it a summary to drive a wheel with the power outputted to the aforementioned driving shaft.

[0046] therefore, according to the hybrid vehicles of this invention, by the increase prevention which the torque in the 2nd motor generator (equivalent to the motor in the conventional technology) lowers (regeneration torque), the standup of the deceleration of vehicles also becomes loose and the power output unit to carry does not give an operator a slowdown shock, even if an operator returns an accelerator pedal during a vehicles run, in order to do the above-mentioned effect so Moreover, vehicles are not swayed when vehicles have stopped.

[0047] Since the phenomenon in which the deceleration of vehicles falls out for a moment when the torque of the 2nd motor generator is not restricted by the lower limit also stops also occurring further again when an operator returns an accelerator pedal during a vehicles run, a groove stops arising.

[0048]

[Embodiments of the Invention] (1) Use and explain drawing 1 about the composition of the example of this invention at the beginning of the composition of an example. Drawing 1 is the block diagram showing the outline composition of the hybrid vehicles which carried the power output unit as the 1st example of this invention. These hybrid vehicles are parallel hybrid vehicles which carried the power output unit of a machine distribution formula.

[0049] The composition of these hybrid vehicles serves as a power system which generates driving force, its control system, and a power transfer system which transmits the driving force from a driving source to driving wheels 116 and 118 from the operation section etc. greatly.

[0050] Moreover, the above-mentioned power system consists of a system containing the engine 150 which is a prime mover, and a system containing the motors MG1 and MG2 which are motor generators. Here, a motor MG 1 is equivalent to the generator stated with the conventional technology, and a motor MG 2 corresponds to a motor. Although both the motors MG1 and MG2 may function also as a motor also as a generator so that it may mention later, as the motor MG 1 was mentioned above in order to operate in many cases as a generator in general, it may be called a generator, and since a motor MG 2 operates in many cases as a motor in general, it may be called motor.

[0051] Moreover, the control system consists of the various sensor sections which detect, output and input a signal required for the electronic control unit (hereafter referred to as EFIECU) 170 for mainly controlling operation of an engine 150, the control unit 190 which mainly controls operation of motors MG1 and MG2, and EFIECU170 and a control unit 190.

[0052] In addition, although the internal configuration of EFIECU170 and a control unit 190 is not specifically illustrated, these are each one-chip microcomputers which have CPU, ROM, RAM, etc. inside, and they are constituted so that various control processings shown below may be performed according to the program to which CPU was recorded on ROM.

[0053] Control by EFIECU170 and the control unit 190 receives the power from an engine 150, and, below, the composition which outputs the power further adjusted by the power of motors MG1 and MG2 or power generation to the power of this engine 150 by the planetary gear 120 which is 3 shaft type power I/O means to a driving shaft 112 is called power output unit 110.

[0054] From a fuel injection valve 151, a gasoline is injected and the engine 150 in the power output unit 110 generates a gaseous mixture with the inhaled air and the injected gasoline while inhaling air from the inhalation mouth 200 through a throttle valve 261. At this time, the opening-and-closing drive of the throttle valve 261 is carried out by the throttle actuator 262. An engine 150 inhales the generated gaseous mixture to a combustion chamber 152 through an inlet valve 153, and changes into rotation of a crankshaft 156 movement of the piston 154 depressed by explosion of this gaseous mixture. This explosion is produced from an ignitor 158 by a gaseous mixture being lit by the spark which the ignition plug 162 formed by the high voltage drawn through the distributor 160, and burning by it. The exhaust air produced by combustion is discharged in the atmosphere through an exhaust port 202.

[0055] Moreover, an engine 150 is equipped with the mechanism in which the opening-and-closing timing of an inlet valve 153 is changed, and so-called VVT157. This VVT157 adjusts the opening-and-closing timing of an inlet valve 153 for the phase to the crank angle of the inhalation-of-air cam shaft (not shown) which carries out the opening-and-closing drive of the inlet valve 153 a tooth lead angle or by carrying out the angle of delay.

[0056] On the other hand, operation of an engine 150 is controlled by EFIECU170. For example, based on the detecting signal obtained by the throttle-valve position sensor 263 which detects the opening (position), feedback control of the throttle valve 261 is carried out so that it may become desired opening using the throttle actuator 262 by EFIECU170. Moreover, feedback control is made as the tooth lead angle and the angle of delay of a phase of an inhalation-of-air cam shaft in above-mentioned VVT157 also serve as a target phase by EFIECU170 based on the detecting signal obtained by the cam-shaft position sensor 264 which detects the position of an inhalation-of-air cam shaft. Others have ignition-timing control of the ignition plug 162 according to the rotational frequency of an engine 150, the fuel-oil-consumption control according to the inhalation air content, etc.

[0057] Moreover, in order to enable such control of an engine 150, the various sensors in which the operational status of an engine 150 other than the above-mentioned throttle-valve position sensor 263 or the cam-shaft position sensor 264 is shown are connected to EFIECU170. For example, in order to detect the rotational frequency and angle of rotation of a crankshaft 156, the rotational frequency sensor 176 and the angle-of-rotation sensor 178 which were prepared for the distributor 160, the starting switch 179 which detects the state of an ignition key are connected. In addition, illustration of other sensors, a switch, etc. was omitted.

[0058] Next, the outline composition of the motors MG1 and MG2 shown in drawing 1 is explained. A motor MG 1 is constituted as a synchronous motor generator, and is equipped with Rota 132 which has two or more permanent magnets in a peripheral face, and the stator 133 around which the three phase coil which forms rotating magnetic field was wound. A stator 133 carries out the laminating of the sheet metal of a nondirectional magnetic steel sheet, is formed, and is being fixed to the case 119. This motor MG 1 operates also as a generator which makes the ends of the three phase coil with which operated as a motor which carries out the rotation drive of Rota 132 according to the interaction of the magnetic field by the permanent magnet with which Rota 132 was equipped, and the magnetic field formed with the three phase coil with which the stator 133 was equipped, and the stator 133 was equipped by these interactions produce electromotive force.

[0059] A motor MG 2 is constituted as a synchronous motor generator like a motor MG 1, and is equipped with Rota 142 which has two or more permanent magnets in a peripheral face, and the stator 143 around which the three phase coil which forms rotating magnetic field was wound. The stator 143 of a motor MG 2 also carries out the laminating of the sheet metal of a nondirectional magnetic steel sheet, and is formed, and it is fixed to the case 119. It operates as a motor or a generator like [this motor MG 2] a motor MG 1.

[0060] These motors MG1 and MG2 are electrically connected to the battery 194 and the control unit 190 through the 1st and 2nd inverter circuits 191,192 which built in six transistors (not shown) which switch at a time respectively. From the control unit 190, the control signal which drives the transistor in the 1st and 2nd inverter circuits 191,192 is outputted. Six transistors in each inverter circuit 191,192 constitute the transistor inverter by arranging two pieces at a time in a pair so that it may become a source and sink side. If the current which controls the rate of the ON time of the transistor by the side of the source and a sink sequentially with a control signal, and flows to each phase of a three phase coil by the control unit 190 is made into a false sine wave by PWM control, rotating magnetic field will be formed with a three phase coil, and these motors MG1 and MG2 will drive it.

[0061] In order to enable control of the operational status of hybrid vehicles including control of motors MG1 and MG2, in addition to this, various kinds of sensors and switches are electrically connected to the control unit 190. As the sensor connected to the control unit 190, and a switch, there are accelerator pedal position-sensor 164a, a coolant temperature sensor 174, a remaining capacity detector 199 of a battery 194, etc.

[0062] The control unit 190 is exchanging information various in between EFIECU(s)170 which input the various signals of the operation section, the remaining capacity of a battery 194, etc. through these sensors, and control an engine 150 by communication.

[0063] Specifically as various signals of the operation section, there is an accelerator pedal position (the amount of treading in of an accelerator pedal 164) from accelerator pedal position-sensor 164a etc. Moreover, the remaining capacity of a battery 194 is detected by the remaining capacity detector 199.

[0064] The composition of the power transfer system which transmits the driving force from a driving source to driving wheels 116 and 118 is as follows. The crankshaft 156 for transmitting the power of an engine 150 is combined with the planetary carrier shaft 127 through a damper 130, and this planetary carrier shaft 127, and the sun gear shaft 125 which transmits rotation of a motor MG 1 and a motor MG 2 and the starter-ring shaft 126 are mechanically combined with the planetary gear 120 mentioned later. A damper 130 connects the crankshaft 156 and the planetary carrier shaft 127 of this engine 150, and it is prepared in order to suppress the amplitude of the torsional oscillation of a crankshaft 156.

[0065] The power extraction gear 128 for power ejection is combined with the starter ring 122 in the position between a starter ring 122 and a motor MG 1. This power extraction gear 128 is connected to the power receipt gear 113 by the chain belt 129, and transfer of power is made between the power extraction gear 128 and the power receipt gear 113. It is combined with the power transfer gear 111 through the driving shaft 112, and this power transfer gear 111 is further combined with the driving wheels 116 and 118 on either side through the differential gear 114, and this power receipt gear 113 can transmit power now to these.

[0066] Here, it combines with the composition of a planetary gear 120, and combination of a crankshaft 156, the planetary carrier shaft 127, the sun gear shaft 125 that is the axis of rotation of a motor MG 1, and the starter-ring shaft 126 which is the axis of rotation of a motor MG 2 is explained. A planetary gear 120 consists of three of two or more planetary pinion gears 123 which revolve around the sun while it is arranged between a sun gear 121, two gears of the same axle which consist of starter rings 122, and sun gears 121 and starter rings 122 and the periphery of a sun gear 121 is rotated. A sun gear 121 is combined with Rota 132 of a motor MG 1 through the sun gear shaft 125 of the hollow which penetrated the shaft center on the planetary carrier shaft 127, and the starter ring 122 is combined with Rota 142 of a motor MG 2 through the starter-ring shaft 126. Moreover, the planetary pinion gear 123 is combined with the planetary carrier shaft 127 through the planetary carrier 124 which supports the axis of rotation to revolve, and the planetary carrier shaft 127 is combined with the crankshaft 156. Although it is the thing of common knowledge on mechanism study, the planetary gear 120 has the property in which the torque outputted and inputted by the rotational frequency of one residual shaft and its axis of rotation is determined, if the torque outputted and inputted by the rotational frequencies of any 2 shafts and these shafts among 3 of the above-mentioned sun gear shaft 125, the starter-ring shaft 126, and the planetary carrier shaft 127 shafts is determined.

[0067] (2) Explain briefly general operation, next general operation of the hybrid vehicles shown in drawing 1. The hybrid vehicles which have the composition mentioned above output the power equivalent to the demand power which should be outputted to a driving shaft 112 at the time of a run from an engine 150, and are transmitting the outputted power to the driving shaft 112 through a planetary gear 120. When the crankshaft 156 of an engine 150 is rotating with a high rotational frequency and low torque to the demand torque at this time, for example, the demand rotational frequency which should be outputted from a driving shaft 112 A part of power which is outputting the engine 150 is transmitted to a motor MG 1 through a planetary gear 120, the motor MG 1 recovers as power, a motor MG 2 is driven with the collected power, and torque is added to a driving shaft 112 through the starter-ring shaft 126. On the contrary, when the crankshaft 156 of an engine 150 is rotating with a low rotational frequency and high torque to the demand rotational frequency and demand torque which should be outputted from a driving shaft 112, a part of power which is outputting the engine 150 is transmitted to a motor MG 2 through a planetary gear 120, the motor MG 2 recovers power, with the collected power, a motor MG 1 is driven and torque is added to the sun gear shaft 125. In this way, by adjusting the power exchanged in the form of power through motors MG1 and MG2, the power outputted from the engine 150 can be outputted from the driving shaft 112 as a desired rotational frequency and desired torque.

[0068] In addition, a part of power collected by motors MG1 or MG2 can be accumulated to a battery 194. Moreover, it is also possible to drive motors MG1 or MG2 using the power accumulated at the battery 194.

[0069] The power of a motor MG 2 also uses and runs, making an engine 150 into the main driving source based on this principle of operation at the time of a regular run. Thus, since an engine 150 can be operated in the high operating point of operation efficiency according to the torque which may be generated by required torque and required Motor MG 2 by running the both sides of an engine 150 and a motor MG 2 as a driving source, compared with the vehicles which make only an engine 150 a driving source, it excels in saving-resources nature and exhaust air purification nature. It is also possible to run on the other hand, generating electricity by the motor MG 1 by operation of an engine 150, since rotation of a crankshaft 156 can be transmitted to a motor MG 1 through the planetary carrier shaft 127 and the sun gear shaft 125.

[0070] (3) the control processing to a motor MG 1 -- it explains the control processing to the motor MG 1 in connection with this invention in detail using drawing 2 - drawing 5

[0071] Drawing 2 is a flow chart which shows the flow of the control manipulation routine by the control unit 190 to the motor MG 1 of drawing 1. This routine is processing performed by CPU (not shown) of a control unit 190, and is repeatedly performed by the predetermined time interval.

[0072] If the control manipulation routine shown in drawing 2 is started, a control unit 190 will perform first processing which computes the target rotational frequency of an engine 150 (Step S102). This processing is performed according to the manipulation routine shown in drawing 3.

[0073] Drawing 3 is a flow chart which shows the flow of the engine target rotational frequency calculation manipulation routine in this invention. If the manipulation routine shown in drawing 3 is started, a control unit 190 will choose the line of an engine 150 of operation according to ON/OFF demand of VVT157 (Step S202).

[0074] In ROM (not shown) in the interior of a control unit 190, the information about two kinds of lines of operation is beforehand stored as a line of an engine 150 of operation. It is remembered in the form of a map that it specifically mentions later. It is the line of operation as for which mpg becomes the best as for one line of operation among these two kinds of lines of operation, and even if the line of another side of operation has comparatively bad mpg, it is a line of operation by which the power of an engine becomes large.

[0075] Then, a control unit 190 judges whether there is any ON demand of VVT157 from the amount of treading in of an accelerator pedal 164 etc., or there is any OFF demand. And since it becomes what tooth-lead-angle control is performed for to VVT157 (the tooth lead angle of the phase to the crank angle of an inhalation-of-air cam shaft is carried out) when there is an ON demand of VVT157, even if a control unit 190 has comparatively bad mpg among two kinds of lines of operation, it chooses the line of operation by which the power of an engine becomes large. On the contrary, when there is an OFF demand of VVT, in order not to perform tooth-lead-angle control to VVT157, the line of operation by which mpg becomes the best is chosen.

[0076] Next, a control unit 190 performs processing which computes the demand power spe to an engine 150 (Step S204). This demand power spe is calculated by the following formula (4).

[0077]

[Equation 4]

$$\text{spe} = \text{spacc} + \text{spchg} + \text{spAC} \quad \dots\dots(4)$$

Here, right-hand-side each item of a formula (4) is as follows.

[0078] - spacc : power in the case of providing all the driving torque that makes it run vehicles by the output of an engine 150 (value converted into the amount of power generation). It asks for the amount of treading in and the vehicle speed of an accelerator pedal 164 from the map made into a parameter. In addition, a control unit 190 obtains the amount of treading in of an accelerator pedal 164 from accelerator pedal position-sensor 164a, and it is made to obtain the vehicle speed from the sensor (not shown) which detects the rotational frequency of the starter-ring shaft 126, as mentioned above.

[0079] - spchg : demand power of the charge and discharge of a battery 194. It asks from the remaining capacity of a battery 194. Generally, to a low case, the demand of charge has high remaining capacity, and, as for the demand of charge and discharge, remaining capacity serves as an electric discharge demand by 0 and more than it about 60 [%].

[0080] - It is the amount of amendments in case the air-conditioner which is not spAC(ed) : illustrated drives. Since the consumption of power is large, an air-conditioner is an amendment about the used power apart from other auxiliary machinery.

[0081] In this way, after computing the demand power spe to an engine 150, a control unit 190 computes the base target rotational frequency of an engine 150 from the computed demand power spe based on the line of the engine 150 chosen previously of operation, and gives the computed base target rotational frequency to variable t_netag set up beforehand (Step S206).

[0082] The line of an engine 150 of operation is plotted on the coordinate which sets a vertical axis as the torque of an engine 150, and sets a horizontal axis as the rotational frequency of an

engine 150. Moreover, as everyone knows, since the power outputted from an engine 150 is expressed as the rotational frequency of an engine 150, and a product of torque, the so-called ***** from which the power from an engine 150 becomes fixed can also plot it on the above-mentioned coordinate.

[0083] Then, if an output line, such as becoming fixed by the demand power spe which the power from an engine 150 computed on the above-mentioned coordinate, is plotted, the ***** will cross the above-mentioned line of operation, and the rotational frequency in the intersection will turn into a base target rotational frequency of the engine 150 for which it should ask.

[0084] In addition, based on the line of operation beforehand chosen for every value of the power outputted from an engine 150 in fact, it asks for the rotational frequency of an engine 150, respectively, and they are memorized as a map in ROM (not shown) in the interior of a control unit 190, and it is made to ask for the base target rotational frequency of an engine 150 from the map from the demand power spe to the obtained engine 150.

[0085] Then, about the value of the variable t_netag, a control unit 190 anneals and performs various general processings, such as REITO limiter processing and **** limit guard processing, (Step S208). By passing through such various processings, the value of variable t_netag is changed into a momentary target rotational frequency from the base target rotational frequency of an engine 150.

[0086] In the former, the value of variable t_netag changed in this way was made into the target rotational frequency snetag of an engine 150 as it was, as shown in Step S310 of drawing 4.

[0087] Drawing 4 is a flow chart which shows the flow of a general engine target rotational frequency calculation manipulation routine. The engine target rotational frequency calculation manipulation routine shown in drawing 4 is a manipulation routine used conventionally. In addition, in drawing 4, processing of Steps S302-S308 is the same as processing of Steps S202-S208 of drawing 3.

[0088] On the other hand, in this example, an engine 150 is operating state, and in order to make it the torque of a motor MG 1 not once fall immediately after an operator returns an accelerator pedal 164 and the demand power spe to an engine 150 becomes zero, when a motor MG 1 is in a power generation state, as shown in drawing 3, two processings of Steps S210 and S212 are added.

[0089] That is, a control unit 190 judges first whether each of each following conditions of A, B, and C is fulfilled (Step S210).

[0090] A) The demand power spe to an engine 150 is zero (spe=0).

B) The torque set point stgold of the last time of a motor MG 1 is below zero (stgold<=0).

C) The value of variable t_netag is smaller than the target rotational frequency snetagold of the last time of an engine 150 (t_netag<snetagold).

[0091] Among these, Conditions A are established in order to judge whether the demand power spe to an engine 150 became zero (spe=0), after the operator of hybrid vehicles returns an accelerator pedal 164.

[0092] Conditions B are established in order to judge whether a motor MG 1 is in a power generation state (regeneration state). It is because it can judge that a motor MG 1 is in a power generation state that the torque set point of a motor MG 1 is negative. In addition, when this torque set point is zero, it is made to include in this example, although it is not in a power generation state strictly when the torque set point of a motor MG 1 is zero. Here, the torque set point stgold of the last time of a motor MG 1 is the torque set point of the motor MG 1 obtained by the pre-circumference in the manipulation routine of drawing 2.

[0093] By having returned the accelerator pedal 164, Conditions C are established in order to judge whether the target rotational frequency of an engine 150 is descending. Here, the target rotational frequency snetagold of the last time of an engine 150 is because it can judge that the target rotational frequency of an engine is descending if this momentary target rotational frequency that is the thing of the target rotational frequency of the engine 150 obtained by the pre-circumference in the manipulation routine of drawing 2, and is the value of variable t_netag is less than the last target rotational frequency snetagold.

[0094] Next, as a result of judging at Step S210, when each of each conditions of A, B, and C is

fulfilled (i.e., when the demand power spe to an engine 150 is zero, a motor MG 1 is in a power generation state and the target rotational frequency of an engine 150 is descending), a control unit 190 processes Step S212, and when other, it avoids processing of Step S212.

[0095] Then, in the case of the former, a control unit 190 newly gives the value computed based on the following formula (5) at above-mentioned variable t_netag from the target rotational frequency snetagold of the last time of an engine 150, the real rotational frequency sne of an engine 150, and the time constant alpha set up beforehand (Step S212).

[0096]

[Equation 5]

$$t_netag = snetagold + \frac{sne - snetagold}{\alpha} \dots\dots(5)$$

[0097] In addition, at this time, the real rotational frequency sne of an engine 150 is acquired by the sensor (not shown) which detects the rotational frequency of a crankshaft 156, and is inputted into the control unit 190. moreover -- as the value of a time constant alpha -- the manipulation routine of drawing 2 -- for example, 8 - 16[--- if repeated by every ms], it is set as 32-64 [ms]

[0098] Whenever the manipulation routine of drawing 3 is repeated according to the formula (5), at Step S212, according to a time constant alpha, the value given to variable t_netag approaches the real rotational frequency sne of an engine 150 gradually, and, finally becomes equal to the real rotational frequency sne of an engine 150.

[0099] On the other hand, in the case of the latter, since processing of Step S211 is avoided, the value of variable t_netag has become [being obtained with as at Step S208, and].

[0100] Next, a control unit 190 sets up the above values of variable t_netag as a target rotational frequency snetag of an engine 150 (Step S214).

[0101] Therefore, in this example, the demand power spe to an engine 150 is zero, and a motor MG 1 is in a power generation state, and when the target rotational frequency of an engine 150 is descending, whenever the target rotational frequency snetag of an engine repeats the manipulation routine of drawing 3, it approaches the real rotational frequency sne of an engine 150 gradually, and, final as a matter of fact, becomes equal to a rotational frequency sne.

[0102] After an engine target rotational frequency calculation manipulation routine is completed by the above, the processing by the control unit 190 returns to the main processings of drawing 2 again, next a control unit 190 performs processing which computes the target rotational frequency sngtag of a motor MG 1 (Step S104). This processing is performed according to the manipulation routine shown in drawing 5.

[0103] Drawing 5 is a flow chart which shows the flow of the target rotational frequency calculation manipulation routine of the common motor MG 1. The target rotational frequency calculation manipulation routines of the motor MG 1 shown in drawing 5 are the manipulation routine used conventionally and same manipulation routine.

[0104] If the manipulation routine shown in drawing 5 is started, from the target rotational frequency snetag of an engine 150 and the real rotational frequency snm of a motor MG 2 which were obtained at Step S102, a control unit 190 will compute the rotational frequency of a motor MG 1, and will give the value to variable t_ngtag set up beforehand (Step S402).

[0105] Among these, the real rotational frequency snm of a motor MG 2 has already been obtained from the sensor (not shown) which detects the rotational frequency of the starter-ring shaft 126 as the vehicle speed in Step S204.

[0106] On the other hand, since a relation between the rotational frequency sng of a motor MG 1, the rotational frequency sne of an engine 150, and the rotational frequency snm of a motor MG 2 as shown in a formula (2) is as mentioned above If the rotational frequency of a motor MG 1 is computed by substituting the target rotational frequency snetag of an engine 150, and the real rotational frequency snm of a motor MG 2 for a formula (2) and the value is given to variable t_ngtag, a relation as shown in a formula (6) will be obtained.

[0107]

[Equation 6]

$$t_ngtag = \frac{snetag - snm}{\rho} + snetag \quad \dots\dots(6)$$

[0108] Then, a control unit 190 performs general various processings of the bound guard processing based on the use limit range of a motor MG 1, the REITO limiter processing for transient torque characteristic reservation, etc. about the value of the variable t_ngtag (Step S404). And a control unit 190 sets up the value of variable t_ngtag after processing as a control-objectives rotational frequency $sngtag$ of a motor MG 1 (Step S406).

[0109] After a motor MG1 control-objectives rotational frequency calculation manipulation routine is completed by the above, the processing by the control unit 190 returns to the main processings of drawing 2 again, next a control unit 190 performs processing which computes the torque set point $stgtag$ of a motor MG 1 (Step S106). This processing is performed according to the manipulation routine shown in drawing 6.

[0110] Drawing 6 is a flow chart which shows the flow of the torque set point calculation manipulation routine of the common motor MG 1. The torque set point calculation manipulation routines of the motor MG 1 shown in drawing 6 are the manipulation routine used conventionally and same manipulation routine.

[0111] If the manipulation routine shown in drawing 6 is started, a control unit 190 will compute the torque of the motor MG 1 by which the real rotational frequency sng of a motor MG 1 becomes equal to the target rotational frequency $sngtag$ of the motor MG 1 obtained at Step S104, and will give the computed value to variable t_tg set up beforehand (Step S502). In addition, at this time, the real rotational frequency sng of a motor MG 1 is acquired by the sensor (not shown) which detects the rotational frequency of the sun gear shaft 125, and is inputted into the control unit 190.

[0112] At Step 502, the torque of a motor MG 1 is computed by proportionality integration differential used in the so-called proportional plus integral plus derivative control (PID control). That is, the torque of a motor MG 1 is searched for from the sum of the proportional obtained multiplying the deflection of the target rotational frequency $sngtag$ of a motor MG 1, and the real rotational frequency sng by the predetermined proportionality constant, the integration term acquired multiplying the time-quadrature value of the above-mentioned deflection by the predetermined proportionality constant, the differential term acquired multiplying the time differential value of the above-mentioned deflection by the predetermined proportionality constant, and **.

[0113] Thus, a control unit 190 sets up the value of obtained variable t_tg as the torque set point $stgtag$ of a motor MG 1 (Step S504).

[0114] In this way, after the torque set point calculation manipulation routine of a motor MG 1 is completed, the processing by the control unit 190 returns to the main processings of drawing 2 again. And a control unit 190 controls the torque stg of a motor MG 1 through an inverter circuit 191 so that the torque stg of a motor MG 1 serves as the torque set point $stgtag$ obtained at Step S106 (Step S108).

[0115] As explained above, in this example, the torque control of a motor MG 1 is performed so that the torque stg of a motor MG 1 may serve as the torque set point $stgtag$ obtained at Step S106. However, the torque set point $stgtag$ of a motor MG 1 is computed based on the target rotational frequency $stgtag$ of the motor MG 1 obtained at Step S104, and the target rotational frequency $stgtag$ of the motor MG 1 is further computed based on the target rotational frequency $snetag$ of the engine 150 obtained at Step S102.

[0116] On the other hand, as mentioned above, the demand power spe to an engine 150 is zero, and a motor MG 1 is in a power generation state, and when the target rotational frequency of an engine 150 is descending, the target rotational frequency $snetag$ of an engine 150 is set up so that the real rotational frequency sne of an engine 150 may be approached gradually and it may become equal to a rotational frequency sne final as a matter of fact by processing of Step S212 in drawing 3.
 [0117] Therefore, in connection with the target rotational frequency $snetag$

of an engine 150 changing in this way, by the torque control of the above-mentioned motor MG 1, the torque stg of a motor MG 1 increases from a negative value in monotone, approaches zero gradually, and, finally becomes zero.

[0118] An above child is shown in drawing 7. Drawing 7 is the timing chart which showed time change of the rotational frequency of the engine 150 in the 1st example of this invention, and the torque of motors MG1 and MG2. In drawing 7, (b) expresses time change of the torque of a motor MG 1, and, as for (c), (a) expresses time change of a motor MG 2 for time change of the rotational frequency of an engine 150, respectively.

[0119] When an engine 150 is in operating state and a motor MG 1 is in a power generation state, supposing an operator returns an accelerator pedal 164 and the demand power spe to an engine 150 becomes zero [kw] at time t0 As shown in drawing 7 (a), the value of variable t_netag which should serve as the target rotational frequency snetag of an engine 150 changes after time t0 so that the real rotational frequency sne of an engine 150 may be approached according to a formula (5) by processing of Step S212 of drawing 3.

[0120] Thereby, as shown in drawing 7 (b), after time t0, the torque stg of a motor MG 1 increases from a negative value in monotone, approaches zero [Nm] gradually, and, finally becomes zero. At this time, the component of a proportional becomes zero [Nm] immediately from time t0 among each component of the torque of the motor MG 1 computed based on PID control in Step S502 of drawing 6, the component of an integration term is zero [Nm] when it is in the power generation state stabilized by the motor MG 1, and the component of a differential term is gradually converged on 0 [Nm] from time t0. Therefore, like before, immediately after the demand power spe to an engine 150 becomes zero, the torque stg of a motor MG 1 does not once fall.

[0121] Moreover, when the torque stg of a motor MG 1 approaches zero, the torque stm of a motor MG 2 also serves as $stm = stp + stg / \rho \cdot stp$ based on a formula (3), and approaches driving torque stp. Therefore, as shown in drawing 7 (c), after time t0, the torque stm of a motor MG 2 also has little influence of the torque stg of a motor MG 1, descends gently-sloping and becomes what was stabilized by change. Therefore, like before, it changes rapidly and does not fall sharply.

[0122] After that, it is time t1, and supposing it is less than the value of variable t_netag from which the real rotational frequency sne of an engine 150 should turn into the target rotational frequency snetag of an engine 150, it will stop fulfilling the conditions B which mentioned above the torque set point stgtag of a motor MG 1 since it became positive ($stgtag > 0$) and the motor MG 1 changed into the power running state at this time, and processing of Step S212 will be avoided in it. Therefore, after time t1, as shown in drawing 7 (a), the value of variable t_netag which should serve as the target rotational frequency snetag of an engine 150 serves as as [of the value acquired at Step S208], and changes.

[0123] Thereby, although the torque stg of a motor MG 1 once goes up to a positive side as shown in drawing 7 (b), after that, it balances with a part for the friction of the torque ste of an engine 150, and serves as a fixed value. In connection with this, change as also shows the torque stm of a motor MG 2 to drawing 7 (c) is expressed.

[0124] As explained above, after the demand power spe to an engine 150 becomes zero according to this example, When the target rotational frequency snetag of an engine 150 approaches the real rotational frequency sne of an engine 150 and it is made to become almost equal to a rotational frequency sne final as a matter of fact Since the torque stg of a motor MG 1 increases in monotone toward zero, immediately after the above-mentioned demand power spe becomes zero, the torque stg of a motor MG 1 does not once fall like before. For this reason, since the torque stm of a motor MG 2 is also stabilized and descends, lowering of Torque stm (namely, negative torque (regeneration torque)) does not increase like before, either. Therefore, the standup of the deceleration of vehicles also becomes loose and a slowdown shock is not given to an operator. Moreover, vehicles are not swayed when vehicles have stopped.

[0125] It is lost further again that the torque stm of a motor MG 1 is restricted by the lower limit stmminp in this way even if the lower limit stmminp to the torque stm of a motor MG 2 is comparing and rising as the charge permissible dose of a battery 194 decreases and it was

shown in drawing 12 (e) since it is lost that the torque σ_{tm} of a motor MG 2 falls sharply immediately after the above-mentioned demand power σ_{pe} becomes zero. Since the phenomenon in which the deceleration of vehicles falls out for a moment also stops also occurring, a groove stops therefore, arising.

[0126] (4) In the 2nd example, now 1st above-mentioned example In order to make it the torque of a motor MG 1 not once fall immediately after an operator returns an accelerator pedal 164 and the demand power σ_{pe} to an engine 150 becomes zero When fulfilling predetermined conditions, the target rotational frequency σ_{netag} of an engine 150 is brought close to the real rotational frequency σ_{ne} of an engine 150 gradually, and it was made to become equal to a rotational frequency σ_{ne} final as a matter of fact in target rotational frequency calculation processing of the engine 150 shown in drawing 3. However, you may make it change similarly the target rotational frequency σ_{ngtag} of a motor MG 1 instead of changing the target rotational frequency σ_{netag} of an engine 150 as mentioned above, since there is a relation as shown in the formula (6) mentioned above between the target rotational frequency σ_{netag} of an engine 150, and the target rotational frequency σ_{ngtag} of a motor MG 1. Next, such an example is explained as the 2nd example of this invention.

[0127] Since the composition of this example is the same as the composition of the 1st example shown in drawing 1, those explanation is omitted.

[0128] Then, the control processing to the motor MG 1 in this example is explained in detail using drawing 2, drawing 4, drawing 6, and drawing 8. Also in this example, the main processings are performed according to the manipulation routine shown in drawing 2.

[0129] If the control manipulation routine shown in drawing 2 is started, a control unit 190 will perform first processing which computes the target rotational frequency of an engine 150 (Step S102). This processing is performed not according to the manipulation routine of drawing 3 used in the 1st example but according to the manipulation routine of drawing 4 used conventionally. In addition, about the content of the manipulation routine of drawing 4, since it is the same as that of the content which already explained, the explanation is omitted.

[0130] In this way, after an engine target rotational frequency calculation manipulation routine is completed, the processing by the control unit 190 returns to the main processings of drawing 2 again, next a control unit 190 performs processing which computes the target rotational frequency σ_{ngtag} of a motor MG 1 (Step S104). This processing is performed according to the manipulation routine shown in drawing 8.

[0131] Drawing 8 is a flow chart which shows the flow of the target rotational frequency calculation manipulation routine of the motor MG 1 in this invention. If the manipulation routine shown in drawing 8 is started, from the target rotational frequency σ_{netag} of an engine 150 and the real rotational frequency σ_{nm} of a motor MG 2 which were obtained at Step S102, a control unit 190 will compute the target rotational frequency of a motor MG 1, and will give the value to variable t_{ngtag} set up beforehand (Step S602). And a control unit 190 performs general various processings of the bound guard processing based on the use limit range of a motor MG 1, the REITO limiter processing for transient torque characteristic reservation, etc. about the value of the variable t_{ngtag} (Step S604). Processing of these steps S602 and S604 is the same as processing of Steps S402 and S404 shown in drawing 5.

[0132] In the former, the value of variable t_{netag} obtained in this way was set up as a target rotational frequency σ_{ngtag} of a motor MG 1 as it was, as Step S406 of drawing 5 showed.

[0133] On the other hand, in this example, an engine 150 is operating state, and in order to make it the torque of a motor MG 1 not once fall immediately after an operator returns an accelerator pedal 164 and the demand power σ_{pe} to an engine 150 becomes zero, when a motor MG 1 is in a power generation state, as shown in drawing 8, two processings of Steps S606 and S608 are added.

[0134] That is, a control unit 190 judges first whether each of each following conditions of A, B, and D is fulfilled (Step S606).

[0135] A) The demand power σ_{pe} to an engine 150 is zero ($\sigma_{pe}=0$).

B) The torque set point σ_{gold} of the last time of a motor MG 1 is below zero ($\sigma_{gold}\leq 0$).

D) The value of variable t_{ngtag} is smaller than the target rotational frequency $\sigma_{ngtagold}$ of the

last time of a motor MG 1 ($t_ngtag < sngtagold$).

[0136] Among these, Conditions A are established in order to judge whether the demand power spe to an engine 150 became zero ($spe=0$), after the operator of hybrid vehicles returns an accelerator pedal 164 as mentioned above.

[0137] It is prepared in order to judge whether a motor MG 1 is in a power generation state (regeneration state) as Conditions B were mentioned above.

[0138] By having returned the accelerator pedal 164, Conditions D are established in order to judge whether the target rotational frequency of a motor MG 1 is descending. Here, the target rotational frequency $sngtagold$ of the last time of motor MG1 ** is because it can judge that the target rotational frequency of a motor MG 1 is descending by having returned the accelerator pedal 164 if this target rotational frequency that is the thing of the target rotational frequency of the motor MG 1 obtained by the pre-circumference in the manipulation routine of drawing 2, and is the value of variable t_ngtag is less than the last target rotational frequency $sngtagold$.

[0139] Next, as a result of judging at Step S606, when each of each conditions of A, B, and D is fulfilled (i.e., when the demand power spe to an engine 150 is zero, a motor MG 1 is in a power generation state and the target rotational frequency of a motor MG 1 is descending), a control unit 190 processes Step S608, and when other, it avoids processing of Step S608.

[0140] In the case of the former, a control unit 190 newly gives the value computed based on the following formula (7) at above-mentioned variable t_ngtag from the target rotational frequency $sngtagold$ of the last time of a motor MG 1, the real rotational frequency sng of a motor MG 1, and the time constant α set up beforehand (Step S608).

[0141]

[Equation 7]

$$t_ngtag = sngtagold + \frac{sng - sngtagold}{\alpha} \quad \dots\dots(7)$$

[0142] According to the formula (7), like the case of a formula (5), whenever the manipulation routine of drawing 8 is repeated, according to a time constant α , the value given to variable t_ngtag approaches the real rotational frequency sng of a motor MG 1 gradually, and, finally, becomes equal to the real rotational frequency sng of a motor MG 1 at Step S608.

[0143] Moreover, in the case of the latter, since processing of Step S608 is avoided, the value of variable t_ngtag has become [being obtained with as at Step S604, and].

[0144] Next, a control unit 190 sets up the above values of variable t_ngtag as a target rotational frequency $sngtag$ of a motor MG 1 (Step S610).

[0145] Therefore, in this example, the demand power spe to an engine 150 is zero, and a motor MG 1 is in a power generation state, and when the target rotational frequency of a motor MG 1 is descending, whenever the target rotational frequency $sngtag$ of a motor MG 1 repeats the manipulation routine of drawing 8, it approaches the real rotational frequency sng of a motor MG 1 gradually, and, final as a matter of fact, becomes equal to a rotational frequency sng .

[0146] After the target rotational frequency calculation manipulation routine of a motor MG 1 is completed by the above, the processing by the control unit 190 returns to the main processings of drawing 2 again, next a control unit 190 performs processing which computes the torque set point $stgtag$ of a motor MG 1 (Step S106). This processing is performed according to the manipulation routine of drawing 6 used conventionally. In addition, about the content of the manipulation routine of drawing 6, since it is the same as that of the content which already explained, the explanation is omitted.

[0147] In this way, after the torque set point calculation manipulation routine of a motor MG 1 is completed, the processing by the control unit 190 returns to the main processings of drawing 2 again. And a control unit 190 controls the torque stg of a motor MG 1 through an inverter circuit 191 so that the torque stg of a motor MG 1 serves as the torque set point $stgtag$ obtained at Step S106 (Step S108).

[0148] As explained above, also in this example, the torque control of a motor MG 1 is performed so that the torque stg of a motor MG 1 may serve as the torque set point $stgtag$ obtained at

Step S106, and the torque set point stgtag of the motor MG 1 is computed based on the target rotational frequency stgtag of the motor MG 1 obtained at Step S104.

[0149] On the other hand, as mentioned above, the demand power spe to an engine 150 is zero, and a motor MG 1 is in a power generation state, and when the target rotational frequency of a motor MG 1 is descending, the target rotational frequency sngtag of a motor MG 1 is set up so that the real rotational frequency sng of a motor MG 1 may be approached gradually and it may become equal to a rotational frequency sng final as a matter of fact by processing of Step S608 in drawing 8.

[0150] Therefore, in connection with the target rotational frequency sngtag of a motor MG 1 changing in this way, by the torque control of the above-mentioned motor MG 1, the torque stg of a motor MG 1 increases from a negative value in monotone, approaches zero gradually, and, finally becomes zero. Therefore, like before, immediately after the demand power spe to an engine 150 becomes zero, the torque stg of a motor MG 1 does not once fall.

[0151] Moreover, since the torque stm of a motor MG 2 also approaches driving torque stp in connection with the torque stg of a motor MG 1 approaching zero, the torque stm of a motor MG 2 also has little influence of the torque stg of a motor MG 1, descends gently-sloping, and it becomes that by which change was stabilized. Therefore, like before, it changes rapidly and does not fall sharply.

[0152] As explained above, after the demand power spe to an engine 150 becomes zero according to this example, When the target rotational frequency sngtag of a motor MG 1 approaches the real rotational frequency sng of a motor MG 1 and it is made to become almost equal to a rotational frequency sng final as a matter of fact Since the torque stg of a motor MG 1 increases in monotone toward zero, immediately after the above-mentioned demand power spe becomes zero, the torque stg of a motor MG 1 does not once fall like before. For this reason, since the torque stm of a motor MG 2 is also stabilized and descends, lowering of Torque stm (namely, negative torque (regeneration torque)) does not increase like before, either. Therefore, also in this example, the same effect as the 1st example mentioned above can be done so.

[0153] (5) In the 3rd example, now 2nd above-mentioned example In order to make it the torque of a motor MG 1 not once fall immediately after an operator returns an accelerator pedal 164 and the demand power spe to an engine 150 becomes zero When fulfilling predetermined conditions, the target rotational frequency sngtag of a motor MG 1 is brought close to the real rotational frequency sng of a motor MG 1 gradually, and it was made to become equal to a rotational frequency sng final as a matter of fact in target rotational frequency calculation processing of the motor MG 1 shown in drawing 8. However, when the target rotational frequency sngtag of a motor MG 1 finally becomes equal to the real rotational frequency sng of a motor MG 1, it also converges the torque stg of a motor MG 1 on zero. Therefore, you may make the torque set point stgtag of a motor MG 1 become zero instead of changing the target rotational frequency sngtag of a motor MG 1 as mentioned above. Next, such an example is explained as the 3rd example of this invention.

[0154] Since the composition of this example is the same as the composition of the 1st example shown in drawing 1, those explanation is omitted.

[0155] Then, the control processing to the motor MG 1 in this example is explained in detail using drawing 2, drawing 4, drawing 5, and drawing 9. Also in this example, the main processings are performed according to the manipulation routine shown in drawing 2.

[0156] If the control manipulation routine shown in drawing 2 is started, a control unit 190 will perform first processing which computes the target rotational frequency of an engine 150 (Step S102). This processing is performed not according to the manipulation routine of drawing 3 used in the 1st example but according to the manipulation routine of drawing 4 used conventionally. In addition, about the content of the manipulation routine of drawing 4, since it is the same as that of the content which already explained, the explanation is omitted.

[0157] In this way, after an engine target rotational frequency calculation manipulation routine is completed, the processing by the control unit 190 returns to the main processings of drawing 2 again, next a control unit 190 performs processing which computes the target rotational frequency sngtag of a motor MG 1 (Step S104). This processing is performed not according to

the manipulation routine of drawing 8 used in the 2nd example but according to the manipulation routine of drawing 5 used conventionally. In addition, since it is the same as that of the content which already explained also about the content of the manipulation routine of drawing 5, the explanation is omitted.

[0158] After the control-objectives rotational frequency calculation manipulation routine of a motor MG 1 is completed, the processing by the control unit 190 returns to the main processings of drawing 2 again, next a control unit 190 performs processing which computes the torque set point stgtag of a motor MG 1 (Step S106). This processing is performed according to the manipulation routine shown in drawing 9.

[0159] Drawing 9 is a flow chart which shows the flow of the torque set point calculation manipulation routine of the motor MG 1 in this invention. If the manipulation routine shown in drawing 9 is started, a control unit 190 will compute the torque of the motor MG 1 by which the real rotational frequency sng of a motor MG 1 becomes equal to the target rotational frequency sngtag of the motor MG 1 obtained at Step S104, and will give the computed value to variable t_tg set up beforehand (Step S702). At Step 702, the torque of a motor MG 1 is computed by proportionality integration differential used in PID control like the case of Step S502 of drawing 6.

[0160] In the former, the value of variable t_tg obtained in this way was set up as the torque set point stgtag of a motor MG 1 as it was, as Step S504 of drawing 6 showed.

[0161] On the other hand, in this example, an engine 150 is operating state, and in order to make it the torque of a motor MG 1 not once fall immediately after an operator returns an accelerator pedal 164 and the demand power spe to an engine 150 becomes zero, when a motor MG 1 is in a power generation state, as shown in drawing 9, two processings of Steps S704 and S706 are added.

[0162] That is, a control unit 190 judges first whether each of each conditions of the following A and E is fulfilled (Step S704).

[0163] A) The demand power spe to an engine 150 is zero (spe=0).

E) The value of variable t_tg is below zero (t_tg<=0).

[0164] Among these, Conditions A are established in order to judge whether the demand power spe to an engine 150 became zero (spe=0), after the operator of hybrid vehicles returns an accelerator pedal 164 as mentioned above.

[0165] Conditions E are established in order to judge whether a motor MG 1 is in a power generation state (regeneration state). It is because it can judge that a motor MG 1 is in a power generation state that the value of variable t_tg is a value which should turn into the torque set point of a motor MG 1, and this value is negative. In addition, when this torque set point is zero, it is made to include by this example like the case of Conditions B, although it is not in a power generation state strictly when the torque set point of a motor MG 1 is zero.

[0166] Next, as a result of judging at Step S606, when each of each conditions of A and E is fulfilled (i.e., when the demand power spe to an engine 150 is zero and a motor MG 1 is in a power generation state), a control unit 190 processes Step S704, and when other, it avoids processing of Step S706.

[0167] In the case of the former, a control unit 190 newly gives the torque set point stgtagold of the last time of a motor MG 1, and the value computed from the time constant alpha set up beforehand based on the following formula (8) at above-mentioned variable t_tg (Step S706).

[0168]

[Equation 8]

$$t_tg = stgtagold + \frac{0 - stgtagold}{\alpha} \quad \dots\dots(8)$$

[0169] According to the formula (8), like the case of a formula (5) and (7), whenever the manipulation routine of drawing 9 is repeated, according to a time constant alpha, the value given to variable t_tg at Step S706 approaches zero [Nm] gradually, and, finally, becomes zero.

[0170] Moreover, in the case of the latter, since processing of Step S706 is avoided, the value of

variable t_{tg} has become [being given with as at Step S702, and].

[0171] Next, a control unit 190 sets up the above values of variable t_{tg} as a target rotational frequency $sngtag$ of a motor MG 1 (Step S708).

[0172] Therefore, in this example, when the demand power spe to an engine 150 is zero and a motor MG 1 is in a power generation state, whenever the torque set point $stgtag$ of a motor MG 1 repeats the manipulation routine of drawing 9, it approaches zero [Nm] gradually, and, finally becomes zero.

[0173] Thus, after the torque set point calculation manipulation routine of a motor MG 1 is completed, the processing by the control unit 190 returns to the main processings of drawing 2 again, and a control unit 190 controls the torque stg of a motor MG 1 through an inverter circuit 191 so that the torque stg of a motor MG 1 serves as the torque set point $stgtag$ obtained by the above-mentioned torque set point calculation processing (Step S108).

[0174] Although the torque control of a motor MG 1 is performed in this example so that it may become the torque set point $stgtag$ which the torque stg of a motor MG 1 set up as explained above. As mentioned above, when the demand power spe to an engine 150 is zero and a motor MG 1 is in a power generation state. The torque set point $stgtag$ of a motor MG 1 is set up so that zero may be approached gradually and it may finally become zero by processing of Step S706 in drawing 9.

[0175] Therefore, in connection with the torque set point $stgtag$ of a motor MG 1 approaching zero in this way, by the torque control of the above-mentioned motor MG 1, the torque stg of a motor MG 1 also increases from a negative value in monotone, approaches zero gradually, and, finally becomes zero.

[0176] An above child is shown in drawing 10. Drawing 10 is the timing chart which showed time change of the rotational frequency of the engine 150 in the 3rd example of this invention, and the torque of motors MG1 and MG2. In drawing 10, (b) expresses time change of the torque of a motor MG 1, and, as for (c), (a) expresses time change of a motor MG 2 for time change of the rotational frequency of an engine 150, respectively.

[0177] When an engine 150 is in operating state and a motor MG 1 is in a power generation state, supposing an operator returns an accelerator pedal 164 and the demand power spe to an engine 150 becomes zero [kw] at time t_0 , as shown in drawing 10 (a), in connection with the target rotational frequency $snetag$ of an engine 150 descending, the real rotational frequency sne of an engine 150 will also descend.

[0178] Since it is set up so that the torque set point $stgtag$ of a motor MG 1 may approach zero [Nm] gradually by processing of Step S706 of drawing 9 on the other hand at this time and it may finally become zero, as the torque stg of a motor MG 1 is also shown in drawing 7 (b), it increases in monotone from a negative value after time t_0 , and zero [Nm] are approached gradually, and, finally it becomes zero. Therefore, like before, immediately after the demand power spe to an engine 150 becomes zero, the torque stg of a motor MG 1 does not once fall.

[0179] Moreover, when the torque stg of a motor MG 1 approaches zero, the torque stm of a motor MG 2 also serves as $stm = stp + stg / \rho * stp$ according to a formula (3), and approaches driving torque stp . Therefore, the torque stm of a motor MG 2 also has little influence of the torque stg of a motor MG 1, descends gently-sloping and becomes what was stabilized by change. Therefore, like before, it changes rapidly and does not fall sharply.

[0180] As explained above, after the demand power spe to an engine 150 becomes zero according to this example, when the torque set point $stgtag$ of a motor MG 1 approaches zero and it is made to become zero finally. Since the torque stg of a motor MG 1 increases in monotone toward zero, immediately after the above-mentioned demand power spe becomes zero, the torque stg of a motor MG 1 does not once fall like before. For this reason, since the torque stm of a motor MG 2 is also stabilized and descends, regeneration torque does not increase like before, either. Therefore, also in this example, the same effect as the 1st and 2nd examples mentioned above can be done so.

[0181] In addition, as composition of the power output unit which applies this invention, composition other than the composition shown in drawing 1 is also possible. In drawing 1, although the motor MG 2 is combined with the starter-ring shaft 126, the composition combined

with the planetary carrier shaft 127 which the motor MG 2 linked with the crankshaft 156 of an engine 150 directly can also be taken. The composition as the 1st modification is shown in drawing 11 . In drawing 11 , the integrated state to the planetary gear 120 of an engine 150 and motors MG1 and MG2 is different from the example of drawing 1 . It is the same as drawing 1 at the point that a motor MG 1 is combined with the sun gear shaft 125 in connection with a planetary gear 120, and the crankshaft 156 of an engine 150 is combined with the planetary carrier shaft 127. In drawing 11 , a motor MG 2 is different from the example composition of drawing 1 at the point combined with the planetary carrier shaft 127 instead of the starter-ring shaft 126.

[0182] Also in this composition, by driving the motor MG 2 combined with the planetary carrier shaft 127, for example using the power revived by the motor MG 1, the further torque can be added to the planetary carrier shaft 127 linking directly to the crankshaft 156, and this torque addition is performed so that demand torque may be outputted to a driving shaft 112. Therefore, the power outputted from the engine 150 can be outputted from a driving shaft 112 as a desired rotational frequency and desired torque by adjusting the power exchanged in the form of power through motors MG1 and MG2 like the composition of drawing 1 .

[0183] Therefore, since the same problem as the above-mentioned conventional technology in which the torque of a motor MG 1 once falls immediately after an operator returns an accelerator pedal and the demand power to an engine 150 serves as zero also in such composition arises After it applies this invention to such composition and the demand power to an engine 150 serves as zero, it is possible by controlling for the torque of a motor MG 1 to increase in monotone, and to go to zero to solve the problem.

[0184] In addition, this invention can be carried out in various modes in the range which is not restricted to the above-mentioned example or the above-mentioned operation gestalt, and does not deviate from the summary.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the outline composition of the hybrid vehicles which carried the power output unit as the 1st example of this invention.

[Drawing 2] It is the flow chart which shows the flow of the control manipulation routine by the control unit 190 to the motor MG 1 of drawing 1 .

[Drawing 3] It is the flow chart which shows the flow of the engine target rotational frequency calculation manipulation routine in this invention.

[Drawing 4] It is the flow chart which shows the flow of a general engine target rotational frequency calculation manipulation routine.

[Drawing 5] It is the flow chart which shows the flow of the target rotational frequency calculation manipulation routine of the common motor MG 1.

[Drawing 6] It is the flow chart which shows the flow of the torque set point calculation manipulation routine of the common motor MG 1.

[Drawing 7] It is the timing chart which showed time change of the rotational frequency of the engine 150 in the 1st example of this invention, and the torque of motors MG1 and MG2.

[Drawing 8] It is the flow chart which shows the flow of the target rotational frequency calculation manipulation routine of the motor MG 1 in this invention.

[Drawing 9] It is the flow chart which shows the flow of the torque set point calculation manipulation routine of the motor MG 1 in this invention.

[Drawing 10] It is the timing chart which showed time change of the rotational frequency of the engine 150 in the 3rd example of this invention, and the torque of motors MG1 and MG2.

[Drawing 11] It is the block diagram showing the outline composition of the hybrid vehicles which carried the power output unit as a modification of this invention.

[Drawing 12] It is the timing chart which shows time change of the key parameter of each part in the conventional power output unit at the time of returning an accelerator pedal.

[Description of Notations]

- 110 -- Power output unit
- 111 -- Power transfer gear
- 112 -- Driving shaft
- 113 -- Power receipt gear
- 114 -- Differential gear
- 116 -- Driving wheel
- 119 -- Case
- 120 -- Planetary gear
- 121 -- Sun gear
- 122 -- Starter ring
- 123 -- Planetary pinion gear
- 124 -- Planetary carrier
- 125 -- Sun gear shaft
- 126 -- Starter-ring shaft
- 127 -- Planetary carrier shaft

128 -- Power extraction gear
129 -- Chain belt
130 -- Damper
132 -- Rota
133 -- Stator
142 -- Rota
143 -- Stator
150 -- Engine
151 -- Fuel injection valve
152 -- Combustion chamber
153 -- Inlet valve
154 -- Piston
156 -- Crankshaft
157 -- VVT
158 -- Ignitor
160 -- Distributor
162 -- Ignition plug
164 -- Accelerator pedal
164a -- Accelerator pedal position sensor
170 -- EFIECU
174 -- Coolant temperature sensor
176 -- Rotational frequency sensor
178 -- Angle-of-rotation sensor
179 -- Starting switch
190 -- Control unit
191,192 -- Inverter circuit
194 -- Battery
199 -- Remaining capacity detector
200 -- Inhalation mouth
202 -- Exhaust port
261 -- Throttle valve
262 -- Throttle actuator
263 -- Throttle-valve position sensor
264 -- Cam-shaft position sensor
MG1 -- Motor
MG2 -- Motor

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-197208
(P2000-197208A)

(43)公開日 平成12年7月14日(2000.7.14)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード [*] (参考)
B 6 0 L 11/14		B 6 0 L 11/14	3 G 0 9 3
B 6 0 K 6/00		F 0 2 D 29/02	D 5 H 1 1 5
8/00		H 0 2 P 9/04	J 5 H 5 9 0
F 0 2 D 29/02		9/06	
H 0 2 P 9/04		B 6 0 K 9/00	Z

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 22 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平10-367372

(22)出願日 平成10年12月24日(1998. 12. 24)

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 山口 勝彦

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74)代理人 100097146

弁理士 下出 隆史 (外2名)

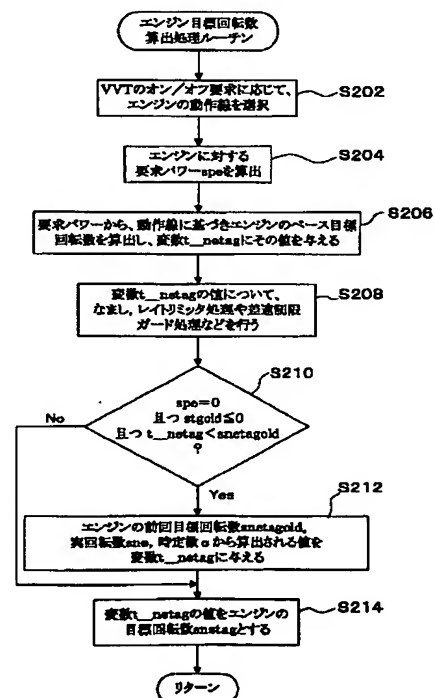
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 動力出力装置、およびそれを搭載したハイブリッド車両並びに電動発電機制御方法

(57)【要約】

【課題】 エンジンに対する要求パワーがゼロになった直後の発電機トルクの下げを防止する。

【解決手段】 制御ユニット190はエンジン150の要求パワーspeからエンジン150のベース目標回転数を算出し、変数t_netagに与える(S206)。制御ユニット190は変数t_netagの値についてなまし、レイトリミッタ処理など行なう(S208)。制御ユニット190は要求パワーspeがゼロで、モータMG1が発電状態で、エンジン150の目標回転数が下降しているか、否かを判定する(S210)。上記の条件を満たす場合、制御ユニット190はエンジン150の前の目標回転数snetagoldとエンジン150の実回転数sneと時定数αから算出される値を変数t_netagに新たに与える(S212)。制御ユニット190は変数t_netagの値をエンジン150の目標回転数snetagとして設定する(S214)。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 駆動軸に動力を出力する動力出力装置であって、

第1ないし第3の軸を有し、前記第3の軸に前記駆動軸が結合されると共に、前記第1ないし第3の軸のうちいずれか2軸に対し動力が入出力されたときに、その入出力された動力に基づいて定まる動力を残余の1軸に対し入出力する3軸式動力入出力手段と、

前記第1の軸にその回転軸が結合し、前記第1の軸に動力を出力することが可能な原動機と、

前記第2の軸にその回転軸が結合し、前記第2の軸に対し動力を入出力することが可能な第1の電動発電機と、

前記第3の軸または第1の軸にその回転軸が結合し、前記第3の軸または第1の軸に対し動力を入出力することが可能な第2の電動発電機と、

前記原動機に対する要求パワーに基づいて前記第1の電動発電機を制御する制御手段と、

を備え、

前記制御手段は、

前記原動機が動作状態であり、且つ、前記第1の電動発電機が発電状態にある場合に、前記原動機に対する要求パワーが略ゼロになったら、前記第1の電動発電機のトルク値が負の値から単調に増加して略ゼロになるように、前記第1の電動発電機のトルクを制御することを特徴とする動力出力装置。

【請求項2】 請求項1に記載の動力出力装置において、

前記制御手段は、

前記原動機に対する要求パワーに基づいて前記原動機の目標回転数を設定する目標回転数設定部と、

前記原動機の実回転数が前記原動機の目標回転数とほぼ等しくなるように、前記第1の電動発電機のトルクを制御するトルク制御部と、

を備え、

前記目標回転数設定部は、前記原動機が動作状態であり、且つ、前記第1の電動発電機が発電状態にある場合に、前記原動機に対する要求パワーが略ゼロになったら、前記原動機の目標回転数が前記原動機の実回転数に近づいて最終的にその実回転数とほぼ等しくなるように、前記原動機の目標回転数を設定することを特徴とする動力出力装置。

【請求項3】 請求項2に記載の動力出力装置において、

前記目標回転数設定部は、前記原動機の目標回転数が所定の時定数に従って前記原動機の実回転数に近づくように、前記原動機の目標回転数を設定することを特徴とする動力出力装置。

【請求項4】 請求項1に記載の動力出力装置において、

前記制御手段は、

前記原動機に対する要求パワーに基づいて前記第1の電動発電機の目標回転数を設定する目標回転数設定部と、前記第1の電動発電機の実回転数が前記第1の電動発電機の目標回転数とほぼ等しくなるように、前記第1の電動発電機のトルクを制御するトルク制御部と、を備え、前記目標回転数設定部は、前記原動機が動作状態であり、且つ、前記第1の電動発電機が発電状態にある場合に、前記原動機に対する要求パワーが略ゼロになったら、前記第1の電動発電機の目標回転数が前記第1の電動発電機の実回転数に近づいて最終的にその実回転数とほぼ等しくなるように、前記第1の電動発電機の目標回転数を設定することを特徴とする動力出力装置。

【請求項5】 請求項4に記載の動力出力装置において、

前記目標回転数設定部は、前記第1の電動発電機の目標回転数が所定の時定数に従って前記第1の電動発電機の実回転数に近づくように、前記第1の電動発電機の目標回転数を設定することを特徴とする動力出力装置。

【請求項6】 請求項1に記載の動力出力装置において、

前記制御手段は、

前記原動機に対する要求パワーに基づいて前記第1の電動発電機のトルク設定値を設定するトルク設定部と、前記第1の電動発電機のトルク値が設定した前記トルク設定値にほぼなるように、前記第1の電動発電機のトルクを制御するトルク制御部と、

を備え、

前記トルク設定部は、前記原動機が動作状態であり、且つ、前記第1の電動発電機が発電状態にある場合に、前記原動機に対する要求パワーが略ゼロになったら、前記第1の電動発電機のトルク設定値がゼロに近づく最終的に略ゼロになるように、前記第1の電動発電機のトルク設定値を設定することを特徴とする動力出力装置。

【請求項7】 請求項6に記載の動力出力装置において、

前記目標回転数設定部は、前記第1の電動発電機のトルク設定値が所定の時定数に従ってゼロに近づくように、前記第1の電動発電機のトルク設定値を設定することを特徴とする動力出力装置。

【請求項8】 請求項1ないし請求項7のうちの任意の一つに記載の動力出力装置を搭載したハイブリッド車両であって、

前記駆動軸に出力される動力によって車輪を駆動することを特徴とするハイブリッド車両。

【請求項9】 第1ないし第3の軸を有し、前記第3の軸に前記駆動軸が結合されると共に、前記第1ないし第3の軸のうちいずれか2軸に対し動力が入出力されたときに、その入出力された動力に基づいて定まる動力を残余の1軸に対し入出力する3軸式動力入出力手段と、前記第1の軸にその回転軸が結合し、前記第1の軸に動力

を出力することが可能な原動機と、前記第2の軸にその回転軸が結合し、前記第2の軸に対し動力を入出力することが可能な第1の電動発電機と、前記第3の軸または第1の軸にその回転軸が結合し、前記第3の軸または第1の軸に対し動力を入出力することが可能な第2の電動発電機と、を備えた動力出力装置における前記第1の電動発電機を制御する方法であって、

(a) 前記原動機が動作状態であり、且つ、前記第1の電動発電機が発電状態にある場合に、前記原動機に対する要求パワーが略ゼロになったか否かを判定する工程と、

(b) 前記要求パワーが略ゼロになった場合に、前記第1の電動発電機のトルク値が負の値から単調に増加して略ゼロになるように、前記第1の電動発電機のトルクを制御する工程と、

を備える電動発電機制御方法。

【請求項10】 請求項9に記載の電動発電機制御方法において、

前記工程(b)は、

前記要求パワーが略ゼロになった場合に、前記原動機の目標回転数が前記原動機の実回転数に近づいて最終的にその実回転数とほぼ等しくなるように、前記原動機の目標回転数を設定する工程と、

前記原動機の実回転数が前記原動機の目標回転数とほぼ等しくなるように、前記第1の電動発電機のトルクを制御する工程と、

を含む電動発電機制御方法。

【請求項11】 請求項9に記載の電動発電機制御方法において、

前記工程(b)は、

前記要求パワーが略ゼロになった場合に、前記第1の電動発電機の目標回転数が前記第1の電動発電機の実回転数に近づいて最終的にその実回転数とほぼ等しくなるように、前記第1の電動発電機の目標回転数を設定する工程と、

前記第1の電動発電機の実回転数が前記第1の電動発電機の目標回転数とほぼ等しくなるように、前記第1の電動発電機のトルクを制御する工程と、

を含む電動発電機制御方法。

【請求項12】 請求項9に記載の電動発電機制御方法において、

前記工程(b)は、

前記要求パワーが略ゼロになった場合に、前記第1の電動発電機のトルク設定値がゼロに近づき最終的に略ゼロになるように、前記第1の電動発電機のトルク設定値を設定する工程と、

前記第1の電動発電機のトルク値が設定した前記トルク設定値にほぼなるように、前記第1の電動発電機のトルクを制御する工程と、

を含む電動発電機制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ハイブリッド車両などに用いられる動力出力装置に関し、詳しくは、プラネタリギヤなどの3軸式動力入出力手段を備えた動力出力装置、およびそれを搭載したハイブリッド車両並びに動力出力装置における電動発電機の制御方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、エンジンと電動機とを動力源とする動力出力装置を搭載したハイブリッド車両が提案されており、そのハイブリッド車両の一種として、いわゆる機械分配式の動力出力装置を搭載したパラレルハイブリッド車両がある。この機械分配式の動力出力装置では、エンジンと電動機その他、発電機と3軸式動力入出力手段であるプラネタリギヤを備えている。このうち、プラネタリギヤは3軸を有しており、第1の軸（プラネタリピニオンギヤに結合されたプラネタリキャリア）はエンジンの出力軸に、第2の軸（サンギヤに結合されたサンギヤ軸）は発電機の回転軸に、第3の軸（リングギヤに結合されたリングギヤ軸）は駆動軸に、それぞれ接続されている。周知の通り、プラネタリギヤは3軸のうち2軸の回転数およびトルクが決まると、残余の1軸の回転数およびトルクが決まる性質を有している。かかる性質に基づき、例えば、エンジンの出力軸に結合された第1の軸（プラネタリキャリア）から入力された機械的な動力の一部を駆動軸に結合された第3の軸（リングギヤ軸）に出力しつつ、残る第2の軸（サンギヤ軸）に結合された発電機によって残余の動力を電力として回生して取り出すことができる。取り出した電力はバッテリーに蓄電されたり、第3の軸または第1の軸に設けられた電動機を駆動するのに用いられる。すなわち、取り出した電力をこの電動機に供給することにより、エンジンから出力された動力を増大して、駆動軸に伝達することが可能である。

【0003】かかる構成により、この動力出力装置は、エンジンから出力された動力を任意の回転数およびトルクで駆動軸に出力することができる。従って、エンジンは運転効率の高い運転ポイントを選択して運転することができるため、この動力出力装置を搭載したハイブリッド車両は、エンジンのみを駆動源とする従来の車両に比べて省資源性および排気浄化性に優れている。

【0004】さて、このような機械分配式の動力出力装置を搭載したパラレルハイブリッド車両においては、上記した発電機のトルクを次のようにして制御していた。

【0005】すなわち、制御回路は、まず、運転者が踏み込んだアクセルペダルの踏込量と車速からエンジンに対する要求パワー spe を算出し、その要求パワー spe からエンジンの目標回転数 $snetag$ を算出する。そして、そのエンジンの目標回転数 $snetag$ から、

さらに、発電機の目標回転数 $sngtag$ を次の式
(1) に従って算出する。なお、この場合、上記した電
動機はプラネタリギヤの第3の軸に設けられているもの

$$sngtag = \frac{snetag - snm}{\rho} + snetag \quad \dots\dots(1)$$

【0007】ここで、 snm は電動機の回転数であり、 ρ はプラネタリギヤにおけるサンギヤとリングギヤのギヤ比（サンギヤの歯数／リングギヤの歯数）である。

【0008】こうして、発電機の目標回転数 $sngtag$ を算出したら、制御回路は、発電機の実回転数 sng と算出した目標回転数 $sngtag$ との偏差（すなわち、 $sng - sngtag$ ）を求め、その偏差がゼロになるように発電機のトルク stg を制御する。

【0009】従って、エンジンが動作状態であり、発電機が発電状態である場合に、運転者がアクセルペダルを戻すと、ハイブリッド車両に搭載した動力出力装置における各部の主要パラメータは次のような変化を示す。

【0010】図12はアクセルペダルを戻した場合の従来の動力出力装置における各部の主要パラメータの時間変化を示すタイミングチャートである。図12において、(a) はアクセルペダルの踏込量の時間変化を、

(b) はエンジンに対する要求パワーを、(c) はエンジンの回転数の時間変化を、(d) は発電機のトルクの時間変化を、(e) は電動機のトルクと駆動トルクの時間変化を、(f) はエンジンのトルクの時間変化を、そ

$$sng = \frac{sne - snm}{\rho} + sne \quad \dots\dots(2)$$

【0014】従って、発電機の実回転数 sng も、図12(c) に示すエンジンの実回転数 sne と同様な変化を示しながら下降する（図示せず）。

【0015】そこで、前述したように、発電機のトルク stg は、発電機の実回転数 sng と目標回転数 $sngtag$ との偏差（ $sng - sngtag$ ）によって制御されるので、エンジンに対する要求パワー spe がゼロになった時刻 $t0$ 以降、発電機のトルク stg は、図12(d) のような変化を示す。即ち、発電機のトルク stg は、時刻 $t0$ の直後に、矢印Zで示すように一旦下

$$stm = stp + \frac{stg}{\rho} \quad \dots\dots(3)$$

【0018】従って、駆動トルク stp は図12(e) に示すごとくであるので、発電機のトルク stg が図12(d) に示すように変化すると、式(3)に従って、電動機のトルク stm は図12(e) のような変化を示すことになる。即ち、電動機のトルク stm は、エンジンに対する要求パワーの下降と共に、下降し、時刻 $t0$ 以降はさらに急勾配で下がり、その後、急激に立ち上がる。

とする。

【0006】

【数1】

れぞれ表している。

【0011】図12(a) に示すように運転者がアクセルペダルを戻した場合、エンジンに対する要求パワー spe は図12(b) に示すように徐々に減り、時刻 $t0$ において、ついにゼロ[kw] になる。この時点でエンジンはフューエルカット(fuelcut)され、その後、エンジンの目標回転数 $snetag$ は図12(c) に示すように下降する。これに伴い、エンジンの実回転数 sne も図12(c) に示すごとく下降する。

【0012】一方、発電機の目標回転数 $sngtag$ は、前述したようにエンジンの目標回転数 $snetag$ から式(1)に従って算出されるため、発電機の目標回転数 $sngtag$ も、図12(c) に示すエンジンの目標回転数 $snetag$ と同様な変化を示しながら下降する（図示せず）。また、発電機の実回転数 sng とエンジンの実回転数 sne との間にも、目標回転数についての式(1)の関係と同様に、次の式(2)に示すような関係がある。

【0013】

【数2】

がって、その後徐々に立ち上がる。つまり、エンジンのトルク ste は、図12(f) で示すように概ねゼロとなっているにも関わらず、発電機のトルク stg は、エンジンが大きなトルクを出力しているものと勘違いして、矢印Zで示すような変化を示している。

【0016】一方、電動機のトルク stm は、駆動軸に出力する駆動トルク stp と発電機のトルク stg とを用いて、次の式(3)に示すように表される。

【0017】

【数3】

【0019】

【発明が解決しようとする課題】そこで、従来においては、エンジンが動作状態であり、発電機が発電状態である場合に、運転者がアクセルペダルを戻すと、以下に述べるような問題があった。

【0020】即ち、車両走行中に運転者がアクセルペダルを戻した場合に、エンジンの目標回転数を早く引き下げよう設定されていると、エンジンに対する要求パワ

一がゼロとなった直後において、発電機のトルクの下げが大きくなるため、電動機のトルクの下げ（即ち、負トルク（回生トルク））も増大する。従って、これにより、車両の減速度が早く立ち上がることになるため、運転者に減速ショックを与えてしまう。

【0021】また、車両が停止している際に、上記と同様な現象が起きると、車両を揺らす恐れがある。

【0022】ところで、前述したように、発電機により回生して取り出された電力はバッテリーに蓄電されるが、バッテリーには充電許容量があるため、発電機による電力の回生量がそのバッテリーの充電許容量を超えないように、発電機のトルクにはバッテリーの充電許容量と連動する下限値 $s_{tmm\min p}$ が設定されている。この下限値 $s_{tmm\min p}$ は、バッテリーの充電許容量が少なくなると、図12（e）に示すようにせり上がってくる。

【0023】従って、この下限値 $s_{tmm\min p}$ がせり上がっている場合において、エンジンに対する要求パワーがゼロとなった直後に、電動機のトルクが大幅に下がると、電動機のトルクは、その下限値 $s_{tmm\min p}$ によって、図12（e）において太線で示すように制限されてしまうため、電動機のトルクは下がった後、一瞬持ち上がるという変化を示す。この持ち上がりは負トルク（回生トルク）の減少に当たるため、これにより、車両の減速度が一瞬抜けることになり、しゃくりが生じることになる。

【0024】そこで、本発明の目的は、上記した従来技術の問題点を解決するために、エンジンに対する要求パワーがゼロになった直後の発電機トルクの下げを防止することが可能な動力出力装置を提供することにある。

【0025】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】上記した目的の少なくとも一部を達成するために、本発明の動力出力装置は、駆動軸に動力を出力する動力出力装置であって、第1ないし第3の軸を有し、前記第3の軸に前記駆動軸が結合されると共に、前記第1ないし第3の軸のうちいずれか2軸に対し動力が入出力されたときに、その入出力された動力に基づいて定まる動力を残余の1軸に対し入出力する3軸式動力入出力手段と、前記第1の軸にその回転軸が結合し、前記第1の軸に動力を出力することが可能な原動機と、前記第2の軸にその回転軸が結合し、前記第2の軸に対し動力を入出力することが可能な第1の電動発電機と、前記第3の軸または第1の軸にその回転軸が結合し、前記第3の軸または第1の軸に対し動力を入出力することが可能な第2の電動発電機と、前記原動機に対する要求パワーに基づいて前記第1の電動発電機を制御する制御手段と、を備え、前記制御手段は、前記原動機が動作状態であり、且つ、前記第1の電動発電機が発電状態にある場合に、前記原動機に対する要求パワーが略ゼロになったら、前記第1の電動発電機のトルク値が負の値から単調に増加して略ゼロ

になるように、前記第1の電動発電機のトルクを制御することを要旨とする。

【0026】また、本発明の制御方法は、第1ないし第3の軸を有し、前記第3の軸に前記駆動軸が結合されると共に、前記第1ないし第3の軸のうちいずれか2軸に対し動力が入出力されたときに、その入出力された動力に基づいて定まる動力を残余の1軸に対し入出力する3軸式動力入出力手段と、前記第1の軸にその回転軸が結合し、前記第1の軸に動力を出力することが可能な原動機と、前記第2の軸にその回転軸が結合し、前記第2の軸に対し動力を入出力することが可能な第1の電動発電機と、前記第3の軸または第1の軸にその回転軸が結合し、前記第3の軸または第1の軸に対し動力を入出力することが可能な第2の電動発電機と、を備えた動力出力装置における前記第1の電動発電機を制御する方法であって、（a）前記原動機が動作状態であり、且つ、前記第1の電動発電機が発電状態にある場合に、前記原動機に対する要求パワーが略ゼロになったか否かを判定する工程と、（b）前記要求パワーが略ゼロになった場合に、前記第1の電動発電機のトルク値が負の値から単調に増加して略ゼロになるように、前記第1の電動発電機のトルクを制御する工程と、を備えることを要旨とする。

【0027】このように、本発明の動力出力装置および電動発電機制御方法では、原動機が動作状態であり、且つ、第1の電動発電機が発電状態にある場合に、原動機に対する要求パワーが略ゼロになったか否かを判定し、その要求パワーが略ゼロになったら、第1の電動発電機のトルク値が負の値から単調に増加して略ゼロになるように、第1の電動発電機のトルクを制御する。

【0028】従って、本発明の動力出力装置及び電動発電機制御方法によれば、エンジンなどの原動機に対する要求パワーが略ゼロになった後、第1の電動発電機のトルク値はゼロに向かって単調に増加するので、上記要求パワーがゼロになった直後に、第1の電動発電機（従来技術における発電機に相当）のトルクが一旦下がったりすることがない。このため、第2の電動発電機（従来技術における電動機に相当）のトルクの下げ（回生トルク）も増大することがない。

【0029】また、このように、上記要求パワーがゼロになった直後に、第2の電動発電機のトルクが大幅に下がることがなくなるので、バッテリーの充電許容量が少なくなると、第2の電動発電機のトルクに対する下限値が例えせり上がっていても、第2の電動発電機のトルクがその下限値によって制限されることがない。

【0030】また、上記した本発明の動力出力装置において、前記制御手段は、前記原動機に対する要求パワーに基づいて前記原動機の目標回転数を設定する目標回転数設定部と、前記原動機の実回転数が前記原動機の目標回転数とほぼ等しくなるように、前記第1の電動発電機

のトルクを制御するトルク制御部と、を備え、前記目標回転数設定部は、前記原動機が動作状態であり、且つ、前記第1の電動発電機が発電状態にある場合に、前記原動機に対する要求パワーが略ゼロになったら、前記原動機の目標回転数が前記原動機の実回転数に近づいて最終的にその実回転数とほぼ等しくなるように、前記原動機の目標回転数を設定することが好ましい。

【0031】また、上記した電動発電機制御方法において、前記工程(b)は、前記要求パワーが略ゼロになった場合に、前記原動機の目標回転数が前記原動機の実回転数に近づいて最終的にその実回転数とほぼ等しくなるように、前記原動機の目標回転数を設定する工程と、前記原動機の実回転数が前記原動機の目標回転数とほぼ等しくなるように、前記第1の電動発電機のトルクを制御する工程と、を含むことが好ましい。

【0032】このように、第1の電動発電機のトルク制御は、原動機の実回転数が原動機の目標回転数とほぼ等しくなるように行なわれているので、原動機の目標回転数が原動機の実回転数に近づいて最終的にその実回転数とほぼ等しくなるようにすることによって、負の値にある第1の電動発電機のトルク値は、急速にゼロに向かって上昇することになる。従って、原動機に対する要求パワーがゼロとなった直後に、第1の電動発電機のトルクが一旦下がったりすることがない。

【0033】また、上記した本発明の動力出力装置において、前記目標回転数設定部は、前記原動機の目標回転数が所定の時定数に従って前記原動機の実回転数に近づくように、前記原動機の目標回転数を設定することが好ましい。

【0034】このように、原動機の目標回転数を所定の時定数に従って実回転数に近づくようにすれば、その時定数に応じて、第1の電動発電機のトルク値のゼロに向かう際の立ち上がり速度を自由に設定することができる。

【0035】また、上記した本発明の動力出力装置において、前記制御手段は、前記原動機に対する要求パワーに基づいて前記第1の電動発電機の目標回転数を設定する目標回転数設定部と、前記第1の電動発電機の実回転数が前記第1の電動発電機の目標回転数とほぼ等しくなるように、前記第1の電動発電機のトルクを制御するトルク制御部と、を備え、前記目標回転数設定部は、前記原動機が動作状態であり、且つ、前記第1の電動発電機が発電状態にある場合に、前記原動機に対する要求パワーが略ゼロになったら、前記第1の電動発電機の目標回転数が前記第1の電動発電機の実回転数に近づいて最終的にその実回転数とほぼ等しくなるように、前記第1の電動発電機の目標回転数を設定することが好ましい。

【0036】また、上記した電動発電機制御方法において、前記工程(b)は、前記要求パワーが略ゼロになった場合に、前記第1の電動発電機の目標回転数が前記第

1の電動発電機の実回転数に近づいて最終的にその実回転数とほぼ等しくなるように、前記第1の電動発電機の目標回転数を設定する工程と、前記第1の電動発電機の実回転数が前記第1の電動発電機の目標回転数とほぼ等しくなるように、前記第1の電動発電機のトルクを制御する工程と、を含むことが好ましい。

【0037】このように、第1の電動発電機のトルク制御は、第1の電動発電機の実回転数が第1の電動発電機の目標回転数とほぼ等しくなるように行なわれているので、第1の電動発電機の目標回転数が第1の電動発電機の実回転数に近づいて最終的にその実回転数とほぼ等しくなるようにすることによって、負の値にある第1の電動発電機のトルク値は、急速にゼロに向かって上昇することになる。従って、原動機に対する要求パワーがゼロとなった直後に、第1の電動発電機のトルクが一旦下がったりすることがない。

【0038】また、上記した本発明の動力出力装置において、前記目標回転数設定部は、前記第1の電動発電機の目標回転数が所定の時定数に従って前記第1の電動発電機の実回転数に近づくように、前記第1の電動発電機の目標回転数を設定することが好ましい。

【0039】このように、第1の電動発電機の目標回転数を所定の時定数に従って実回転数に近づくようにすれば、その時定数に応じて、第1の電動発電機のトルク値のゼロに向かう際の立ち上がり速度を自由に設定することができる。

【0040】また、上記した本発明の動力出力装置において、前記制御手段は、前記原動機に対する要求パワーに基づいて前記第1の電動発電機のトルク設定値を設定するトルク設定部と、前記第1の電動発電機のトルク値が設定した前記トルク設定値にほぼなるように、前記第1の電動発電機のトルクを制御するトルク制御部と、を備え、前記トルク設定部は、前記原動機が動作状態であり、且つ、前記第1の電動発電機が発電状態にある場合に、前記原動機に対する要求パワーが略ゼロになったら、前記第1の電動発電機のトルク設定値がゼロに近づき最終的に略ゼロになるように、前記第1の電動発電機のトルク設定値を設定することが好ましい。

【0041】また、上記した電動発電機制御方法において、前記工程(b)は、前記要求パワーが略ゼロになった場合に、前記第1の電動発電機のトルク設定値がゼロに近づき最終的に略ゼロになるように、前記第1の電動発電機のトルク設定値を設定する工程と、前記第1の電動発電機のトルク値が設定した前記トルク設定値にほぼなるように、前記第1の電動発電機のトルクを制御する工程と、を含むことが好ましい。

【0042】このように、第1の電動発電機のトルク制御は、第1の電動発電機のトルク値がトルク設定値にほぼなるように行なわれているので、第1の電動発電機のトルク設定値がゼロに近づき最終的に略ゼロになるよう

にすることによって、負の値にある第1の電動発電機のトルク値は、急速にゼロに向かって上昇することになる。従って、原動機に対する要求パワーがゼロとなった直後に、第1の電動発電機のトルクが一旦下がったりすることがない。

【0043】また、上記した本発明の動力出力装置において、前記目標回転数設定部は、前記第1の電動発電機のトルク設定値が所定の時定数に従ってゼロに近づくように、前記第1の電動発電機のトルク設定値を設定することが好ましい。

【0044】このように、第1の電動発電機のトルク設定値を所定の時定数に従ってゼロに近づくようにすれば、その時定数に応じて、第1の電動発電機のトルク値のゼロに向かう際の立ち上がり速度を自由に設定することができる。

【0045】本発明のハイブリッド車両は、上記した動力出力装置を搭載したハイブリッド車両であって、前記駆動軸に出力される動力によって車輪を駆動することを要旨とする。

【0046】従って、本発明のハイブリッド車両によれば、搭載する動力出力装置は上記した効果を奏するため、車両走行中に運転者がアクセルペダルを戻しても、第2の電動発電機（従来技術における電動機に相当）におけるトルクの下げ（回生トルク）の増大阻止により、車両の減速度の立ち上がりも緩やかとなって、運転者に減速ショックを与えることがない。また、車両が停止している際にも、車両を揺らすことがない。

【0047】さらにまた、車両走行中に運転者がアクセルペダルを戻した際に、第2の電動発電機のトルクが下限値によって制限されないことにより、車両の減速度が一瞬抜けるという現象も起きなくなるため、しゃくりが生じなくなる。

【0048】

【発明の実施の形態】（1）実施例の構成

はじめに、本発明の実施例の構成について図1を用いて説明する。図1は本発明の第1の実施例としての動力出力装置を搭載したハイブリッド車両の概略構成を示す構成図である。このハイブリッド車両は、機械分配式の動力出力装置を搭載したパラレルハイブリッド車両である。

【0049】このハイブリッド車両の構成は大きくは、駆動力を発生する動力系統と、その制御系統と、駆動源からの駆動力を駆動輪116、118に伝達する動力伝達系統と、運転操作部等とからなっている。

【0050】また、上記動力系統は原動機であるエンジン150を含む系統と電動発電機であるモータMG1、MG2を含む系統とからなっている。ここで、モータMG1は、従来技術で述べた発電機に対応するものであり、モータMG2は電動機に対応するものである。両モータMG1、MG2とも、後述するように、発電機とし

ても、電動機としても機能し得るが、モータMG1は概ね発電機として動作することが多いため、前述したように、発電機と呼ばれることがあり、モータMG2は概ね電動機として動作することが多いため、電動機と呼ばれることがある。

【0051】また、制御系統は、エンジン150の運転を主に制御するための電子制御ユニット（以下、EFIECUと呼ぶ）170と、モータMG1、MG2の運転を主に制御する制御ユニット190と、EFIECU170および制御ユニット190に必要な信号を検出し入出力する種々のセンサ部とからなっている。

【0052】なお、EFIECU170および制御ユニット190の内部構成は具体的には図示していないが、これらはそれぞれ内部にCPU、ROM、RAM等を有するワンチップ・マイクロコンピュータであり、CPUがROMに記録されたプログラムに従い、以下に示す種々の制御処理を行なうよう構成されている。

【0053】EFIECU170および制御ユニット190による制御によって、エンジン150からの動力を受け、更に、3軸式動力入出力手段であるプラネタリギヤ120により、このエンジン150の動力に対して、モータMG1、MG2の動力あるいは発電により調整された動力を駆動軸112に出力する構成を、以下では、動力出力装置110と呼ぶ。

【0054】動力出力装置110におけるエンジン150は、スロットルバルブ261を介して吸入口200から空気を吸入すると共に、燃料噴射弁151からガソリンを噴射し、吸入した空気と噴射したガソリンとで混合気を生成する。このとき、スロットルバルブ261は、スロットルアクチュエータ262によって開閉駆動される。エンジン150は、生成した混合気を吸気弁153を介して燃焼室152に吸入し、この混合気の爆発により押し下げられるピストン154の運動をクランクシャフト156の回転運動に変換する。この爆発は、イグナイタ158からディストリビュータ160を介して導かれた高電圧によって点火プラグ162が形成した電気火花によって混合気が点火され燃焼することで生じる。燃焼により生じた排気は、排気口202を通過して大気中に排出される。

【0055】また、エンジン150は、吸気弁153の開閉タイミングを変更する機構、いわゆるVVT157を備える。このVVT157は、吸気弁153を開閉駆動する吸気カムシャフト（図示せず）のクランク角に対する位相を進角または遅角することにより、吸気弁153の開閉タイミングを調整する。

【0056】一方、エンジン150の運転は、EFIECU170により制御されている。例えば、スロットルバルブ261は、その開度（ポジション）を検出するスロットルバルブポジションセンサ263によって得られる検出信号に基づき、EFIECU170によりスロッ

トルアクチュエータ262を用いて、所望の開度となるようにフィードバック制御されている。また、上記したVVT157における吸気カムシャフトの位相の進角および遅角も、吸気カムシャフトのポジションを検出するカムシャフトポジションセンサ264により得られる検出信号に基づいて、E F I E C U 1 7 0により目標の位相となるようフィードバック制御がなされる。その他には、エンジン150の回転数に応じた点火プラグ162の点火時期制御や、吸入空気量に応じた燃料噴射量制御などがある。

【0057】また、エンジン150のこのような制御を可能とするために、E F I E C U 1 7 0には、上記したスロットルバルブポジションセンサ263やカムシャフトポジションセンサ264の他にも、エンジン150の運転状態を示す種々のセンサが接続されている。例えば、クランクシャフト156の回転数と回転角度を検出するためにディストリビュータ160に設けられた回転数センサ176及び回転角度センサ178や、イグニッションキーの状態を検出するスタータスイッチ179などが、接続されている。なお、その他のセンサ、スイッチなどの図示は省略した。

【0058】次に、図1に示すモータMG1、MG2の概略構成について説明する。モータMG1は、同期電動発電機として構成され、外周面に複数個の永久磁石を有するロータ132と、回転磁界を形成する三相コイルが巻回されたステータ133とを備える。ステータ133は、無方向性電磁鋼板の薄板を積層して形成されており、ケース119に固定されている。このモータMG1は、ロータ132に備えられた永久磁石による磁界とステータ133に備えられた三相コイルによって形成される磁界との相互作用によりロータ132を回転駆動する電動機として動作し、また、これらの相互作用によりステータ133に備えられた三相コイルの両端に起電力を生じさせる発電機としても動作する。

【0059】モータMG2も、モータMG1と同様に同期電動発電機として構成され、外周面に複数個の永久磁石を有するロータ142と、回転磁界を形成する三相コイルが巻回されたステータ143とを備える。モータMG2のステータ143も無方向性電磁鋼板の薄板を積層して形成されており、ケース119に固定されている。このモータMG2もモータMG1と同様に、電動機あるいは発電機として動作する。

【0060】これらのモータMG1、MG2は、スイッチングを行なうトランジスタ（図示せず）を各々6個ずつ内蔵した第1および第2のインバータ回路191、192を介して、バッテリー194および制御ユニット190に電気的に接続されている。制御ユニット190からは、第1および第2のインバータ回路191、192内のトランジスタを駆動する制御信号が出力されている。各インバータ回路191、192内の6個のトランジスタは、ソース側とシンク側となるよう2個ずつペアで配置されることによりトランジスタインバータを構成している。制御ユニット190によりソース側とシンク側のトランジスタのオン時間の割合を制御信号により順次制御し、三相コイルの各相に流れる電流を、PWM制御によって擬似的な正弦波にすると、三相コイルにより、回転磁界が形成され、これらのモータMG1、MG2が駆動される。

【0061】モータMG1、MG2の制御を含むハイブリッド車両の運転状態の制御を可能とするために、制御ユニット190には、この他各種のセンサおよびスイッチが電気的に接続されている。制御ユニット190に接続されているセンサおよびスイッチとしては、アクセルペダルポジションセンサ164a、水温センサ174、バッテリー194の残容量検出器199などがある。

【0062】制御ユニット190は、これらのセンサを通じて運転操作部からの種々の信号やバッテリー194の残容量等を入力し、また、エンジン150を制御するE F I E C U 1 7 0との間で種々の情報を、通信によってやりとりしている。

【0063】運転操作部からの種々の信号として、具体的には、アクセルペダルポジションセンサ164aからのアクセルペダルポジション（アクセルペダル164の踏込量）などがある。また、バッテリー194の残容量は残容量検出器199で検出される。

【0064】駆動源からの駆動力を駆動輪116、118に伝達する動力伝達系統の構成は次の通りである。エンジン150の動力を伝達するためのクランクシャフト156はダンパ130を介してプラネタリキャリア軸127に結合され、このプラネタリキャリア軸127と、モータMG1、モータMG2の回転を伝達するサンギヤ軸125、リングギヤ軸126とは、後述するプラネタリギヤ120に機械的に結合されている。ダンパ130は、このエンジン150のクランクシャフト156とプラネタリキャリア軸127とを接続し、クランクシャフト156のねじり振動の振幅を抑制する目的で設けられているものである。

【0065】リングギヤ122には、動力取り出し用の動力取出ギヤ128が、リングギヤ122とモータMG1との間の位置で結合されている。この動力取出ギヤ128は、チェーンベルト129により動力受取ギヤ113に接続されており、動力取出ギヤ128と動力受取ギヤ113との間で動力の伝達が行なわれる。この動力受取ギヤ113は駆動軸112を介して動力伝達ギヤ111に結合されており、この動力伝達ギヤ111はさらにディファレンシャルギヤ114を介して左右の駆動輪116、118に結合されていて、これらに動力を伝達できるようになっている。

【0066】ここで、プラネタリギヤ120の構成と併せてクランクシャフト156、プラネタリキャリア軸1

27、モータMG1の回転軸であるサンギヤ軸125、モータMG2の回転軸であるリングギヤ軸126の結合について説明する。プラネタリギヤ120は、サンギヤ121、リングギヤ122からなる同軸の2つのギヤと、サンギヤ121とリングギヤ122との間に配置されサンギヤ121の外周を自転しながら公転する複数のプラネタリピニオンギヤ123の3つから構成される。サンギヤ121はプラネタリキャリア軸127に軸中心を貫通された中空のサンギヤ軸125を介してモータMG1のロータ132に結合され、リングギヤ122はリングギヤ軸126を介してモータMG2のロータ142に結合されている。また、プラネタリピニオンギヤ123は、その回転軸を軸支するプラネタリキャリア124を介してプラネタリキャリア軸127に結合され、プラネタリキャリア軸127はクランクシャフト156に結合されている。機構学上周知のことであるが、プラネタリギヤ120は上述のサンギヤ軸125、リングギヤ軸126およびプラネタリキャリア軸127の3軸のうちいずれか2軸の回転数およびこれらの軸に入出力されるトルクが決定されると、残余の1軸の回転数およびその回転軸に入出力されるトルクが決定されるという性質を有している。

【0067】(2) 一般的動作

次に、図1に示すハイブリッド車両の一般的な動作について簡単に説明する。前述した構成を有するハイブリッド車両は走行時において、駆動軸112に出力すべき要求パワーに相当する動力をエンジン150から出力し、出力された動力をプラネタリギヤ120を介して駆動軸112に伝達している。このとき、例えば、駆動軸112から出力すべき要求回転数および要求トルクに対し、エンジン150のクランクシャフト156が高回転数かつ低トルクで回転している場合には、エンジン150の出力している動力の一部をプラネタリギヤ120を介してモータMG1に伝達し、そのモータMG1により電力として回収し、回収したその電力によりモータMG2を駆動して、リングギヤ軸126を介して駆動軸112にトルクを付加する。逆に、駆動軸112から出力すべき要求回転数および要求トルクに対し、エンジン150のクランクシャフト156が低回転数かつ高トルクで回転している場合には、エンジン150の出力している動力の一部をプラネタリギヤ120を介してモータMG2に伝達し、そのモータMG2により電力を回収し、回収したその電力によってモータMG1を駆動して、サンギヤ軸125にトルクを付加する。こうしてモータMG1およびMG2を介して電力の形でやりとりされる動力を調整することにより、エンジン150から出力された動力を所望の回転数およびトルクとして駆動軸112から出力することができるのである。

【0068】なお、モータMG1またはMG2によって回収された電力の一部は、バッテリー194に蓄積するこ

とが可能である。また、バッテリー194に蓄積された電力を用いて、モータMG1またはMG2を駆動することも可能である。

【0069】かかる動作原理に基づき、定常走行時には、例えば、エンジン150を主駆動源としつつ、モータMG2の動力も用いて走行する。このように、エンジン150とモータMG2の双方を駆動源として走行することにより、必要なトルクおよびモータMG2で発生し得るトルクに応じて、エンジン150を運転効率の高い動作点にて運転できるため、エンジン150のみを駆動源とする車両に比べて省資源性および排気浄化性に優れている。一方、クランクシャフト156の回転を、プラネタリキャリア軸127およびサンギヤ軸125を介してモータMG1に伝達することができるため、エンジン150の運転によりモータMG1で発電しつつ走行することも可能である。

【0070】(3) モータMG1に対する制御処理

それでは、本発明に関わるモータMG1に対する制御処理について、図2～図5を用いて詳細に説明する。

【0071】図2は図1のモータMG1に対する制御ユニット190による制御処理ルーチンの流れを示すフローチャートである。このルーチンは制御ユニット190のCPU(図示せず)により実行される処理であり、所定の時間間隔で繰り返し実行されている。

【0072】図2に示した制御処理ルーチンが開始されると、まず、制御ユニット190は、エンジン150の目標回転数を算出する処理を行なう(ステップS102)。この処理は図3に示す処理ルーチンに従って行なわれる。

【0073】図3は本発明におけるエンジン目標回転数算出処理ルーチンの流れを示すフローチャートである。図3に示す処理ルーチンが開始されると、制御ユニット190は、VVT157のオン/オフ要求に応じて、エンジン150の動作線を選択する(ステップS202)。

【0074】制御ユニット190の内部にあるROM(図示せず)内には、予め、エンジン150の動作線として、2種類の動作線に関する情報が格納されている。具体的には後述するようにマップの形で記憶されている。これら2種類の動作線のうち、一方の動作線は、燃費が最も良くなる動作線であり、他方の動作線は比較的燃費が悪くてもエンジンのパワーが大きくなる動作線である。

【0075】そこで、制御ユニット190は、アクセルペダル164の踏込量などからVVT157のオン要求があるかオフ要求があるかを判断する。そして、制御ユニット190は、VVT157のオン要求がある場合には、VVT157に対し進角制御を行う(吸気カムシャフトのクランク角に対する位相を進角する)こととなるため、2種類の動作線のうち、比較的燃費が悪くてもエ

エンジンのパワーが大きくなる動作線を選択する。逆に、VVTのオフ要求がある場合には、VVT157に対し進角制御を行なわないため、燃費が最も良くなる動作線を選択する。

【0076】次に、制御ユニット190は、エンジン150に対する要求パワー spe を算出する処理を行なう（ステップS204）。この要求パワー spe は、次の式（4）により計算される。

【0077】

【数4】

$$spe = spacc + spchg + spAC \quad \dots\dots(4)$$

ここで、式（4）の右辺各項は、次の通りである。

【0078】・ $spacc$ ：車両を走行させる駆動トルクを全てエンジン150の出力により賄う場合のパワー（発電量に換算した値）。アクセルペダル164の踏込量と車速とをパラメータとするマップから求める。なお、制御ユニット190は、前述したように、アクセルペダル164の踏込量を、アクセルペダルポジションセンサ164aから得、車速を、リングギヤ軸126の回転数を検出するセンサ（図示せず）から得るようにしている。

【0079】・ $spchg$ ：バッテリー194の充放電の要求パワー。バッテリー194の残容量から求められる。一般に、残容量が低い場合には、充電の要求が高く、残容量が約60 [%]で充放電の要求は0、それ以上では放電要求となる。

【0080】・ $spAC$ ：図示しないエアコンが駆動される場合の補正量である。エアコンは、電力の消費量が大きいのので、他の補機類とは別に、その使用電力を補正するのである。

【0081】こうしてエンジン150に対する要求パワー spe を算出した後、制御ユニット190は、算出した要求パワー spe から、先に選択したエンジン150の動作線に基づいて、エンジン150のベース目標回転数を算出し、予め設定されている変数 t_netag に、その算出したベース目標回転数を与える（ステップS206）。

【0082】エンジン150の動作線は、例えば、エンジン150のトルクを縦軸とし、エンジン150の回転数を横軸とする座標上にプロットされている。また、エンジン150から出力される動力は、周知のように、エンジン150の回転数とトルクの積として表されるので、エンジン150からの動力が一定となる、いわゆる等出力線も、上記の座標上にプロットすることができる。

【0083】そこで、上記の座標上に、エンジン150からの動力が算出した要求パワー spe で一定となる等出力線をプロットすると、その等出力線は上記の動作線と交わることになり、その交点での回転数が、求めるべ

きエンジン150のベース目標回転数となる。

【0084】なお、実際には、予め、エンジン150から出力される動力の各値毎に、選択された動作線に基づきエンジン150の回転数をそれぞれ求めて、それらを制御ユニット190の内部にあるROM（図示せず）内に、マップとして記憶しておき、得られたエンジン150に対する要求パワー spe に対して、そのマップからエンジン150のベース目標回転数を求めるようにしている。

【0085】続いて、制御ユニット190は、その変数 t_netag の値について、なまし、レイトリミッタ処理や差速制限ガード処理など、一般的な各種処理を行なう（ステップS208）。こうした各種処理を経ることによって、変数 t_netag の値は、エンジン150のベース目標回転数から瞬時の目標回転数に変換される。

【0086】従来においては、こうして変換された変数 t_netag の値を、図4のステップS310に示すように、そのまま、エンジン150の目標回転数 $snetag$ としていた。

【0087】図4は一般的なエンジン目標回転数算出処理ルーチンの流れを示すフローチャートである。図4に示すエンジン目標回転数算出処理ルーチンは、従来用いられていた処理ルーチンである。なお、図4において、ステップS302～S308の処理は、図3のステップS202～S208の処理と同じである。

【0088】これに対し、本実施例では、エンジン150が動作状態であり、モータMG1が発電状態である場合において、運転者がアクセルペダル164を戻して、エンジン150に対する要求パワー spe がゼロになった直後に、モータMG1のトルクが一旦下がらないようにするために、図3に示すように、ステップS210、S212の2つの処理が加えられている。

【0089】すなわち、制御ユニット190は、まず、以下のA、B、Cの各条件を何れも満たしているか否かを判定する（ステップS210）。

【0090】A）エンジン150に対する要求パワー spe がゼロ（ $spe=0$ ）である。

B）モータMG1の前のトルク設定値 $stgold$ がゼロ以下（ $stgold \leq 0$ ）である。

C）変数 t_netag の値がエンジン150の前の目標回転数 $snetagold$ より小さい（ $t_netag < snetagold$ ）。

【0091】このうち、条件Aは、ハイブリッド車両の運転者がアクセルペダル164を戻した後に、エンジン150に対する要求パワー spe がゼロ（ $spe=0$ ）になったかどうかを判定するために設けられている。

【0092】条件Bは、モータMG1が発電状態（回生状態）にあるかどうかを判定するために設けられている。モータMG1のトルク設定値が負であるということ

は、モータMG1が発電状態にあると判断できるからである。なお、モータMG1のトルク設定値がゼロの場合は、厳密には、発電状態ではないが、本実施例では、このトルク設定値がゼロの場合も含めるようにしている。ここで、モータMG1の前のトルク設定値 s_{tgold} とは、図2の処理ルーチンにおいて前周回で得られたモータMG1のトルク設定値のことである。

【0093】条件Cは、アクセルペダル164が戻されたことにより、エンジン150の目標回転数が下降しているかどうかを判定するために設けられている。ここで、エンジン150の前の目標回転数 $s_{netagold}$ とは、図2の処理ルーチンにおいて前周回で得られたエンジン150の目標回転数のことであり、変数 t_netag の値である今回の瞬時の目標回転数が前の目標回転数 $s_{netagold}$ を下回っていれば、エンジンの目標回転数が下降していると判断できるからであ

$$t_netag = s_{netagold} + \frac{sne - s_{netagold}}{\alpha} \dots\dots(5)$$

【0097】なお、このとき、エンジン150の実回転数 sne は、クランクシャフト156の回転数を検出するセンサ（図示せず）などによって取得され、制御ユニット190に入力されている。また、時定数 α の値としては、図2の処理ルーチンが、例えば、8～16 [ms] 毎に繰り返されているものとする、32～64 [ms] に設定されている。

【0098】式（5）によれば、図3の処理ルーチンが繰り返される毎に、ステップS212で変数 t_netag に与えられる値は、時定数 α に従って、徐々にエンジン150の実回転数 sne に近づいてゆき、最終的には、エンジン150の実回転数 sne と等しくなる。

【0099】一方、後者の場合には、ステップS211の処理を回避するので、変数 t_netag の値は、ステップS208で得られたままとなっている。

【0100】次に、制御ユニット190は、以上のような変数 t_netag の値を、エンジン150の目標回転数 s_{netag} として設定する（ステップS214）。

【0101】従って、本実施例においては、エンジン150に対する要求パワー spe がゼロであり、且つ、モータMG1が発電状態であり、且つ、エンジン150の目標回転数が下降中である場合、エンジンの目標回転数 s_{netag} は、図3の処理ルーチンを繰り返す度に、徐々にエンジン150の実回転数 sne に近づいてゆき、最終的には、その実回転数 sne と等しくなる。

【0102】以上によってエンジン目標回転数算出処理ルーチンが終了すると、制御ユニット190による処理は再び図2のメインの処理に戻って、次に、制御ユニッ

る。

【0094】次に、制御ユニット190は、ステップS210で判定した結果、A、B、Cの各条件を何れも満たしている場合、即ち、エンジン150に対する要求パワー spe がゼロであり、且つ、モータMG1が発電状態であり、且つ、エンジン150の目標回転数が下降中である場合は、ステップS212の処理を行ない、それ以外の場合には、ステップS212の処理を回避する。

【0095】そこで、前者の場合には、制御ユニット190が、エンジン150の前の目標回転数 $s_{netagold}$ とエンジン150の実回転数 sne と予め設定された時定数 α から、次の式（5）に基づいて算出される値を上記の変数 t_netag に新たに与える（ステップS212）。

【0096】

【数5】

ト190は、モータMG1の目標回転数 s_{ngtag} を算出する処理を行う（ステップS104）。この処理は図5に示す処理ルーチンに従って行われる。

【0103】図5は一般的なモータMG1の目標回転数算出処理ルーチンの流れを示すフローチャートである。図5に示すモータMG1の目標回転数算出処理ルーチンは、従来用いられていた処理ルーチンと同様の処理ルーチンである。

【0104】図5に示す処理ルーチンが開始されると、制御ユニット190は、ステップS102で得られたエンジン150の目標回転数 s_{netag} とモータMG2の実回転数 s_{nm} とから、モータMG1の回転数を算出し、その値を予め設定されている変数 t_ngtag に与える（ステップS402）。

【0105】このうち、モータMG2の実回転数 s_{nm} は、既にステップS204において、車速として、リングギヤ軸126の回転数を検出するセンサ（図示せず）から得られている。

【0106】一方、前述したように、モータMG1の回転数 s_{ng} とエンジン150の回転数 sne 及びモータMG2の回転数 s_{nm} との間には式（2）に示すような関係があるので、エンジン150の目標回転数 s_{netag} 及びモータMG2の実回転数 s_{nm} を式（2）に代入してモータMG1の回転数を算出し、その値を変数 t_ngtag に与えると、式（6）に示すような関係が得られる。

【0107】

【数6】

$$t_ngtag = \frac{snetag - snm}{\rho} + snetag \quad \dots\dots(6)$$

【0108】続いて、制御ユニット190は、その変数 t_ngtag の値について、モータMG1の使用制限範囲に基づく上下限ガード処理や過渡トルク特性確保のためのレイトリミッタ処理などの、一般的な種々の処理を行なう（ステップS404）。そして、制御ユニット190は、処理後の変数 t_ngtag の値を、モータMG1の制御目標回転数 $sngtag$ として設定する（ステップS406）。

【0109】以上によってモータMG1制御目標回転数算出処理ルーチンが終了すると、制御ユニット190による処理は再び図2のメインの処理に戻り、次に、制御ユニット190は、モータMG1のトルク設定値 $stgtag$ を算出する処理を行う（ステップS106）。この処理は図6に示す処理ルーチンに従って行われる。

【0110】図6は一般的なモータMG1のトルク設定値算出処理ルーチンの流れを示すフローチャートである。図6に示すモータMG1のトルク設定値算出処理ルーチンは、従来用いられていた処理ルーチンと同様の処理ルーチンである。

【0111】図6に示す処理ルーチンが開始されると、制御ユニット190は、モータMG1の実回転数 sng がステップS104で得られたモータMG1の目標回転数 $sngtag$ に等しくなるような、モータMG1のトルクを算出し、予め設定されている変数 t_tg に、その算出した値を与える（ステップS502）。なお、このとき、モータMG1の実回転数 sng は、サンギヤ軸125の回転数を検出するセンサ（図示せず）によって取得され、制御ユニット190に入力されている。

【0112】ステップS502では、いわゆる比例積分微分制御（PID制御）において用いられる比例積分微分によって、モータMG1のトルクを算出する。即ち、モータMG1の目標回転数 $sngtag$ と実回転数 sng との偏差に所定の比例定数をかけて得られる比例項と、上記偏差の時間積分値に所定の比例定数をかけて得られる積分項と、上記偏差の時間微分値に所定の比例定数をかけて得られる微分項と、の和から、モータMG1のトルクを求めるのである。

【0113】このようにして得られた変数 t_tg の値を、制御ユニット190は、モータMG1のトルク設定値 $stgtag$ として設定する（ステップS504）。

【0114】こうして、モータMG1のトルク設定値算出処理ルーチンが終了すると、制御ユニット190による処理は再び図2のメインの処理に戻る。そして、制御ユニット190は、モータMG1のトルク stg が、ステップS106で得られたトルク設定値 $stgtag$ となるように、インバータ回路191を介して、モータMG1のトルク stg を制御する（ステップS108）。

【0115】以上説明したように、本実施例においては、モータMG1のトルク制御は、モータMG1のトルク stg が、ステップS106で得られたトルク設定値 $stgtag$ となるように行なわれている。しかし、モータMG1のトルク設定値 $stgtag$ は、ステップS104で得られたモータMG1の目標回転数 $sngtag$ に基づいて算出され、さらに、そのモータMG1の目標回転数 $sngtag$ は、ステップS102で得られたエンジン150の目標回転数 $snetag$ に基づいて算出される。

【0116】一方、前述したように、エンジン150に対する要求パワー spe がゼロであり、且つ、モータMG1が発電状態であり、且つ、エンジン150の目標回転数 $snetag$ は、図3におけるステップS212の処理によって、エンジン150の実回転数 sne に徐々に近づいて最終的にその実回転数 sne と等しくなるよう設定される。

【0117】従って、エンジン150の目標回転数 $snetag$ が、このように変化するのに伴って、上記したモータMG1のトルク制御により、モータMG1のトルク stg は、負の値から単調に増加して次第にゼロに近づいてゆき、最終的にゼロになる。

【0118】以上の様子を図7に示す。図7は本発明の第1の実施例におけるエンジン150の回転数及びモータMG1、MG2のトルクの時間変化を示したタイミングチャートである。図7において、（a）はエンジン150の回転数の時間変化を、（b）はモータMG1のトルクの時間変化を、（c）はモータMG2の時間変化を、それぞれ表している。

【0119】エンジン150が動作状態にあり、モータMG1が発電状態にある場合に、運転者がアクセルペダル164を戻して、エンジン150に対する要求パワー spe が時刻 t_0 でゼロ [kw] になったとすると、エンジン150の目標回転数 $snetag$ となるべき変数 t_netag の値は、図7（a）に示すように、時刻 t_0 以降、図3のステップS212の処理により式

（5）に従って、エンジン150の実回転数 sne に近づくよう変化する。

【0120】これにより、モータMG1のトルク stg は、図7（b）に示すように、時刻 t_0 以降、負の値から単調に増加して次第にゼロ [Nm] に近づいてゆき、最終的にゼロになる。このとき、図6のステップS502においてPID制御に基づいて算出されるモータMG1のトルクの各成分のうち、比例項の成分は時刻 t_0 から即時にゼロ [Nm] になり、積分項の成分はモータMG1が安定した発電状態にある場合にはゼロ [Nm] で

あり、微分項の成分は時刻 t_0 から徐々に0 [Nm] に収束する。従って、従来のように、エンジン150に対する要求パワー s_{pe} がゼロになった直後に、モータMG1のトルク s_{tg} が一旦下がったりすることない。

【0121】また、モータMG2のトルク s_{tm} も、モータMG1のトルク s_{tg} がゼロに近づくことにより、式(3)に基づいて、 $s_{tm} = s_{tp} + s_{tg} / \rho \approx s_{tp}$ となり、駆動トルク s_{tp} に近づいてゆく。従って、モータMG2のトルク s_{tm} は、図7(c)に示すように、時刻 t_0 以降、モータMG1のトルク s_{tg} の影響も少なく、なだらかに下降して、変化が安定したものとなる。よって、従来のように、急激に変化して大幅に下がることはない。

【0122】その後は、時刻 t_1 で、エンジン150の実回転数 s_{ne} が、エンジン150の目標回転数 s_{netag} となるべき変数 t_{netag} の値を下回ったとすると、この時点で、モータMG1のトルク設定値 s_{tgtag} は正($s_{tgtag} > 0$)となっており、モータMG1は力行状態となるので、前述した条件Bを満たさなくなり、ステップS212の処理は回避される。従って、時刻 t_1 以降、エンジン150の目標回転数 s_{netag} となるべき変数 t_{netag} の値は、図7

(a)に示すように、ステップS208で得られた値のままとなって変化する。

【0123】これにより、モータMG1のトルク s_{tg} は、図7(b)に示すように、正の側において、一旦上昇するが、その後、エンジン150のトルク s_{te} のフリクション分とつり合って一定の値となる。これに伴い、モータMG2のトルク s_{tm} も図7(c)に示すような変化を表す。

【0124】以上説明したように、本実施例によれば、エンジン150に対する要求パワー s_{pe} がゼロになった後、エンジン150の目標回転数 s_{netag} がエンジン150の実回転数 s_{ne} に近づいて最終的にその実回転数 s_{ne} とほぼ等しくなるようにすることによって、モータMG1のトルク s_{tg} はゼロに向かって単調に増加するので、従来のように、上記要求パワー s_{pe} がゼロになった直後に、モータMG1のトルク s_{tg} が一旦下がったりすることがない。このため、モータMG2のトルク s_{tm} も、安定して下降するため、従来のように、トルク s_{tm} の下げ(即ち、負トルク(回生トルク))も増大することがない。よって、車両の減速度の立ち上がりも緩やかとなって、運転者に減速ショックを与えることがない。また、車両が停止している際にも、車両を揺らすことがない。

【0125】さらにまた、このように、上記要求パワー s_{pe} がゼロになった直後に、モータMG2のトルク s_{tm} が大幅に下がることがなくなるので、バッテリー194の充電許容量が少なくなっており、図12(e)に示した如く、モータMG2のトルク s_{tm} に対する下限値 s_{tminp}

が例えせり上がっていても、モータMG1のトルク s_{tm} がその下限値 s_{tminp} によって制限されることがなくなる。よって、車両の減速度が一瞬抜けるという現象も起きなくなるため、しゃくりが生じなくなる。

【0126】(4) 第2の実施例

さて、上記した第1の実施例においては、運転者がアクセルペダル164を戻して、エンジン150に対する要求パワー s_{pe} がゼロになった直後に、モータMG1のトルクが一旦下がらないようにするために、図3に示したエンジン150の目標回転数算出処理において、所定の条件を満たす場合に、エンジン150の目標回転数 s_{netag} を、徐々にエンジン150の実回転数 s_{ne} に近づけ最終的にその実回転数 s_{ne} と等しくなるようにしていた。しかしながら、エンジン150の目標回転数 s_{netag} とモータMG1の目標回転数 s_{ngtag} との間には、前述した式(6)に示すような関係があるため、エンジン150の目標回転数 s_{netag} を、上記のように変化させる代わりに、モータMG1の目標回転数 s_{ngtag} を同じように変化させるようにしても良い。次に、そのような実施例を本発明の第2の実施例として説明する。

【0127】本実施例の構成は、図1に示した第1の実施例の構成と同様であるので、それらの説明は省略する。

【0128】それでは、本実施例におけるモータMG1に対する制御処理について、図2、図4、図6及び図8を用いて詳細に説明する。本実施例においても、メインの処理は図2に示した処理ルーチンに従って行なわれる。

【0129】図2に示した制御処理ルーチンが開始されると、まず、制御ユニット190は、エンジン150の目標回転数を算出する処理を行なう(ステップS102)。この処理は、第1の実施例で用いた図3の処理ルーチンではなく、従来用いられていた図4の処理ルーチンに従って行なわれる。なお、図4の処理ルーチンの内容については、既に説明した内容と同様であるので、その説明は省略する。

【0130】こうしてエンジン目標回転数算出処理ルーチンが終了すると、制御ユニット190による処理は再び図2のメインの処理に戻って、次に、制御ユニット190は、モータMG1の目標回転数 s_{ngtag} を算出する処理を行う(ステップS104)。この処理は図8に示す処理ルーチンに従って行われる。

【0131】図8は本発明におけるモータMG1の目標回転数算出処理ルーチンの流れを示すフローチャートである。図8に示す処理ルーチンが開始されると、制御ユニット190は、ステップS102で得られたエンジン150の目標回転数 s_{netag} とモータMG2の実回転数 s_{nm} とから、モータMG1の目標回転数を算出

し、その値を予め設定されている変数 t_ngtag に与える（ステップS602）。そして、制御ユニット190は、その変数 t_ngtag の値について、モータMG1の使用制限範囲に基づく上下限ガード処理や過渡トルク特性確保のためのレイトリミッタ処理などの、一般的な種々の処理を行なう（ステップS604）。これらステップS602及びS604の処理は図5に示したステップS402及びS404の処理と同様である。

【0132】従来においては、こうして得られた変数 t_netag の値を、図5のステップS406で示したように、そのまま、モータMG1の目標回転数 $sngtag$ として設定していた。

【0133】これに対し、本実施例では、エンジン150が動作状態であり、モータMG1が発電状態である場合において、運転者がアクセルペダル164を戻して、エンジン150に対する要求パワー spe がゼロになった直後に、モータMG1のトルクが一旦下がらないようにするために、図8に示すように、ステップS606、S608の2つの処理が加えられている。

【0134】すなわち、制御ユニット190は、まず、以下のA、B、Dの各条件を何れも満たしているか否かを判定する（ステップS606）。

【0135】A）エンジン150に対する要求パワー spe がゼロ（ $spe=0$ ）である。

B）モータMG1の前のトルク設定値 $stgold$ がゼロ以下（ $stgold \leq 0$ ）である。

D）変数 t_ngtag の値がモータMG1の前の目標回転数 $sngtagold$ より小さい（ $t_ngtag < sngtagold$ ）。

【0136】このうち、条件Aは、前述したとおり、ハイブリッド車両の運転者がアクセルペダル164を戻し

た後に、エンジン150に対する要求パワー spe がゼロ（ $spe=0$ ）になったかどうかを判定するために設けられている。

【0137】条件Bも、前述したとおり、モータMG1が発電状態（回生状態）にあるかどうかを判定するために設けられている。

【0138】条件Dは、アクセルペダル164が戻されたことにより、モータMG1の目標回転数が下降しているかどうかを判定するために設けられている。ここで、モータMG1のの前の目標回転数 $sngtagold$ とは、図2の処理ルーチンにおいて前周回で得られたモータMG1の目標回転数のことであり、変数 t_ngtag の値である今回の目標回転数が前の目標回転数 $sngtagold$ を下回っていれば、アクセルペダル164が戻されたことによってモータMG1の目標回転数が下降していると判断できるからである。

【0139】次に、制御ユニット190は、ステップS606で判定した結果、A、B、Dの各条件を何れも満たしている場合、即ち、エンジン150に対する要求パワー spe がゼロであり、且つ、モータMG1が発電状態であり、且つ、モータMG1の目標回転数が下降中である場合は、ステップS608の処理を行ない、それ以外の場合には、ステップS608の処理を回避する。

【0140】前者の場合には、制御ユニット190が、モータMG1の前の目標回転数 $sngtagold$ とモータMG1の実回転数 sng と予め設定された時定数 α から、次の式（7）に基づいて算出される値を上記の変数 t_ngtag に新たに与える（ステップS608）。

【0141】

【数7】

$$t_ngtag = sngtagold + \frac{sng - sngtagold}{\alpha} \quad \dots\dots(7)$$

【0142】式（7）によれば、式（5）の場合と同様に、図8の処理ルーチンが繰り返される毎に、ステップS608で変数 t_ngtag に与えられる値は、時定数 α に従って、徐々にモータMG1の実回転数 sng に近づいてゆき、最終的には、モータMG1の実回転数 sng と等しくなる。

【0143】また、後者の場合には、ステップS608の処理を回避するので、変数 t_ngtag の値は、ステップS604で得られたままとになっている。

【0144】次に、制御ユニット190は、以上のような変数 t_ngtag の値を、モータMG1の目標回転数 $sngtag$ として設定する（ステップS610）。

【0145】従って、本実施例においては、エンジン150に対する要求パワー spe がゼロであり、且つ、モータMG1が発電状態であり、且つ、モータMG1の目標回転数が下降中である場合、モータMG1の目標回転

数 $sngtag$ は、図8の処理ルーチンを繰り返す度に、徐々にモータMG1の実回転数 sng に近づいてゆき、最終的には、その実回転数 sng と等しくなる。

【0146】以上によってモータMG1の目標回転数算出処理ルーチンが終了すると、制御ユニット190による処理は再び図2のメインの処理に戻って、次に、制御ユニット190は、モータMG1のトルク設定値 $sttag$ を算出する処理を行う（ステップS106）。この処理は、従来用いられていた図6の処理ルーチンに従って行われる。なお、図6の処理ルーチンの内容については、既に説明した内容と同様であるので、その説明は省略する。

【0147】こうして、モータMG1のトルク設定値算出処理ルーチンが終了すると、制御ユニット190による処理は再び図2のメインの処理に戻る。そして、制御ユニット190は、モータMG1のトルク stg が、ス

ステップS106で得られたトルク設定値 $stgtag$ となるように、インバータ回路191を介して、モータMG1のトルク stg を制御する（ステップS108）。

【0148】以上説明したように、本実施例においても、モータMG1のトルク制御は、モータMG1のトルク stg が、ステップS106で得られたトルク設定値 $stgtag$ となるように行なわれており、そのモータMG1のトルク設定値 $stgtag$ は、ステップS104で得られたモータMG1の目標回転数 $stgtag$ に基づいて算出される。

【0149】一方、前述したように、エンジン150に対する要求パワー spe がゼロであり、且つ、モータMG1が発電状態であり、且つ、モータMG1の目標回転数 $sngtag$ は、図8におけるステップS608の処理によって、徐々にモータMG1の実回転数 sng に近づいて最終的にその実回転数 sng と等しくなるように設定される。

【0150】従って、モータMG1の目標回転数 $sngtag$ がこのように変化するのに伴って、上記したモータMG1のトルク制御により、モータMG1のトルク stg は、負の値から単調に増加して次第にゼロに近づいてゆき、最終的にゼロになる。よって、従来のように、エンジン150に対する要求パワー spe がゼロになった直後に、モータMG1のトルク stg が一旦下がったりすることはない。

【0151】また、モータMG2のトルク stm も、モータMG1のトルク stg がゼロに近づくのに伴い、駆動トルク stp に近づいてゆくので、モータMG2のトルク stm は、モータMG1のトルク stg の影響も少なく、なだらかに下降して、変化が安定したものとなる。よって、従来のように、急激に変化して大幅に下がることはない。

【0152】以上説明したように、本実施例によれば、エンジン150に対する要求パワー spe がゼロになった後、モータMG1の目標回転数 $sngtag$ がモータMG1の実回転数 sng に近づいて最終的にその実回転数 sng とほぼ等しくなるようにすることによって、モータMG1のトルク stg はゼロに向かって単調に増加するので、従来のように、上記要求パワー spe がゼロになった直後に、モータMG1のトルク stg が一旦下がったりすることがない。このため、モータMG2のトルク stm も、安定して下降するため、従来のように、トルク stm の下げ（即ち、負トルク（回生トルク））も増大することがない。よって、本実施例においても、前述した第1の実施例と同様の効果を奏することができる。

【0153】（5）第3の実施例

さて、上記した第2の実施例においては、運転者がアクセルペダル164を戻して、エンジン150に対する要

求パワー spe がゼロになった直後に、モータMG1のトルクが一旦下がらないようにするために、図8に示したモータMG1の目標回転数算出処理において、所定の条件を満たす場合に、モータMG1の目標回転数 $sngtag$ を、徐々にモータMG1の実回転数 sng に近づけ最終的にその実回転数 sng と等しくなるようにしていた。しかしながら、モータMG1の目標回転数 $sngtag$ が最終的にモータMG1の実回転数 sng と等しくなった場合、モータMG1のトルク stg もゼロに収束される。従って、モータMG1の目標回転数 $sngtag$ を、上記のように変化させる代わりに、モータMG1のトルク設定値 $stgtag$ をゼロとなるようにしても良い。次に、そのような実施例を本発明の第3の実施例として説明する。

【0154】本実施例の構成は、図1に示した第1の実施例の構成と同様であるので、それらの説明は省略する。

【0155】それでは、本実施例におけるモータMG1に対する制御処理について、図2、図4、図5及び図9を用いて詳細に説明する。本実施例においても、メインの処理は図2に示した処理ルーチンに従って行なわれる。

【0156】図2に示した制御処理ルーチンが開始されると、まず、制御ユニット190は、エンジン150の目標回転数を算出する処理を行なう（ステップS102）。この処理は、第1の実施例で用いた図3の処理ルーチンではなく、従来用いられていた図4の処理ルーチンに従って行なわれる。なお、図4の処理ルーチンの内容については、既に説明した内容と同様であるので、その説明は省略する。

【0157】こうしてエンジン目標回転数算出処理ルーチンが終了すると、制御ユニット190による処理は再び図2のメインの処理に戻って、次に、制御ユニット190は、モータMG1の目標回転数 $sngtag$ を算出する処理を行う（ステップS104）。この処理は、第2の実施例で用いた図8の処理ルーチンではなく、従来用いられていた図5の処理ルーチンに従って行なわれる。なお、図5の処理ルーチンの内容についても、既に説明した内容と同様であるので、その説明は省略する。

【0158】モータMG1の制御目標回転数算出処理ルーチンが終了すると、制御ユニット190による処理は再び図2のメインの処理に戻り、次に、制御ユニット190は、モータMG1のトルク設定値 $stgtag$ を算出する処理を行う（ステップS106）。この処理は図9に示す処理ルーチンに従って行われる。

【0159】図9は本発明におけるモータMG1のトルク設定値算出処理ルーチンの流れを示すフローチャートである。図9に示す処理ルーチンが開始されると、制御ユニット190は、モータMG1の実回転数 sng がステップS104で得られたモータMG1の目標回転数 s

ng tagに等しくなるような、モータMG1のトルクを算出し、予め設定されている変数 t_tg に、その算出した値を与える（ステップS702）。ステップ702では、図6のステップS502の場合と同様に、PID制御において用いられる比例積分微分によって、モータMG1のトルクを算出する。

【0160】従来においては、こうして得られた変数 t_tg の値を、図6のステップS504で示したように、そのまま、モータMG1のトルク設定値 $stgtag$ として設定していた。

【0161】これに対し、本実施例では、エンジン150が動作状態であり、モータMG1が発電状態である場合において、運転者がアクセルペダル164を戻して、エンジン150に対する要求パワー spe がゼロになった直後に、モータMG1のトルクが一旦下がらないようにするために、図9に示すように、ステップS704、S706の2つの処理が加えられている。

【0162】すなわち、制御ユニット190は、まず、以下のA、Eの各条件を何れも満たしているか否かを判定する（ステップS704）。

【0163】A) エンジン150に対する要求パワー spe がゼロ ($spe=0$) である。

E) 変数 t_tg の値がゼロ以下 ($t_tg \leq 0$) である。

【0164】このうち、条件Aは、前述したとおり、ハイブリッド車両の運転者がアクセルペダル164を戻し

た後に、エンジン150に対する要求パワー spe がゼロ ($spe=0$) になったかどうかを判定するために設けられている。

【0165】条件Eは、モータMG1が発電状態（回生状態）にあるかどうかを判定するために設けられている。変数 t_tg の値はモータMG1のトルク設定値となるべき値であり、この値が負であるということは、モータMG1が発電状態にあると判断できるからである。なお、条件Bの場合と同様に、モータMG1のトルク設定値がゼロの場合は、厳密には、発電状態ではないが、本実施例では、このトルク設定値がゼロの場合も含めるようにしている。

【0166】次に、制御ユニット190は、ステップS606で判定した結果、A、Eの各条件を何れも満たしている場合、即ち、エンジン150に対する要求パワー spe がゼロであり、且つ、モータMG1が発電状態である場合は、ステップS704の処理を行ない、それ以外の場合には、ステップS706の処理を回避する。

【0167】前者の場合には、制御ユニット190が、モータMG1の前のトルク設定値 $stgtagold$ と予め設定された時定数 α から、次の式（8）に基づいて算出される値を上記の変数 t_tg に新たに与える（ステップS706）。

【0168】

【数8】

$$t_tg = stgtagold + \frac{0 - stgtagold}{\alpha} \dots\dots(8)$$

【0169】式（8）によれば、式（5）、（7）の場合と同様に、図9の処理ルーチンが繰り返される毎に、ステップS706で変数 t_tg に与えられる値は、時定数 α に従って、徐々にゼロ [Nm] に近づいてゆき、最終的にはゼロになる。

【0170】また、後者の場合には、ステップS706の処理を回避するので、変数 t_tg の値は、ステップS702で与えられたままとなっている。

【0171】次に、制御ユニット190は、以上のような変数 t_tg の値を、モータMG1の目標回転数 $sngtag$ として設定する（ステップS708）。

【0172】従って、本実施例においては、エンジン150に対する要求パワー spe がゼロであり、且つ、モータMG1が発電状態である場合、モータMG1のトルク設定値 $stgtag$ は、図9の処理ルーチンを繰り返す度に、徐々にゼロ [Nm] に近づいてゆき、最終的にはゼロになる。

【0173】このようにして、モータMG1のトルク設定値算出処理ルーチンが終了すると、制御ユニット190による処理は再び図2のメインの処理に戻り、制御ユニット190は、モータMG1のトルク stg が、上記

したトルク設定値算出処理で得られたトルク設定値 $stgtag$ となるように、インバータ回路191を介して、モータMG1のトルク stg を制御する（ステップS108）。

【0174】以上説明したように、本実施例においては、モータMG1のトルク制御は、モータMG1のトルク stg が設定したトルク設定値 $stgtag$ となるように行なわれているが、前述したように、エンジン150に対する要求パワー spe がゼロであり、且つ、モータMG1が発電状態である場合には、モータMG1のトルク設定値 $stgtag$ は、図9におけるステップS706の処理によって、徐々にゼロに近づいて最終的にゼロになるように設定される。

【0175】従って、モータMG1のトルク設定値 $stgtag$ がこのようにゼロに近づくのに伴って、上記したモータMG1のトルク制御により、モータMG1のトルク stg も、負の値から単調に増加して次第にゼロに近づいてゆき、最終的にゼロになる。

【0176】以上の様子を図10に示す。図10は本発明の第3の実施例におけるエンジン150の回転数及びモータMG1、MG2のトルクの時間変化を示したタイ

ミングチャートである。図10において、(a)はエンジン150の回転数の時間変化を、(b)はモータMG1のトルクの時間変化を、(c)はモータMG2の時間変化を、それぞれ表している。

【0177】エンジン150が動作状態にあり、モータMG1が発電状態にある場合に、運転者がアクセルペダル164を戻して、エンジン150に対する要求パワー spe が時刻 $t0$ でゼロ[kw]になったとすると、図10(a)に示すように、エンジン150の目標回転数 $snetag$ が下降するのに伴って、エンジン150の実回転数 sne も下降する。

【0178】一方、このとき、モータMG1のトルク設定値 $stgtag$ は、図9のステップS706の処理によって、ゼロ[Nm]に徐々に近づいて、最終的にゼロになるように設定されるので、モータMG1のトルク stg も、図7(b)に示すように、時刻 $t0$ 以降、負の値から単調に増加して次第にゼロ[Nm]に近づいてゆき、最終的にゼロになる。従って、従来のように、エンジン150に対する要求パワー spe がゼロになった直後に、モータMG1のトルク stg が一旦下がったりすることない。

【0179】また、モータMG2のトルク stm も、モータMG1のトルク stg がゼロに近づくことにより、式(3)に従い、 $stm = stp + stg / \rho \approx stp$ となり、駆動トルク stp に近づいてゆく。従って、モータMG2のトルク stm は、モータMG1のトルク stg の影響も少なく、なだらかに下降して、変化が安定したものとなる。よって、従来のように、急激に変化して大幅に下がることはない。

【0180】以上説明したように、本実施例によれば、エンジン150に対する要求パワー spe がゼロになった後、モータMG1のトルク設定値 $stgtag$ がゼロに近づいて最終的にゼロになるようにすることによって、モータMG1のトルク stg はゼロに向かって単調に増加するので、従来のように、上記要求パワー spe がゼロになった直後に、モータMG1のトルク stg が一旦下がったりすることがない。このため、モータMG2のトルク stm も、安定して下降するため、従来のように、回生トルクも増大することがない。よって、本実施例においても、前述した第1および第2の実施例と同様の効果を奏することができる。

【0181】なお、本発明を適用する動力出力装置の構成としては、図1に示した構成以外の構成も可能である。図1では、モータMG2がリングギヤ軸126に結合されているが、モータMG2が、エンジン150のクランクシャフト156に直結したプラネタリキャリア軸127に結合された構成をとることもできる。第1の変形例としての構成を図11に示す。図11では、エンジン150、モータMG1、MG2のプラネタリギヤ120に対する結合状態が図1の実施例と相違する。プラネ

タリギヤ120に関わるサンギヤ軸125にモータMG1が結合され、プラネタリキャリア軸127にエンジン150のクランクシャフト156が結合されている点では図1と同じである。図11では、モータMG2がリングギヤ軸126ではなく、プラネタリキャリア軸127に結合されている点で図1の実施例構成と相違する。

【0182】かかる構成においても、例えば、モータMG1により回生された電力を用いて、プラネタリキャリア軸127に結合されたモータMG2を駆動することにより、クランクシャフト156に直結したプラネタリキャリア軸127にはさらなるトルクを付加することができ、このトルク付加は、駆動軸112に要求トルクが出力されるように行なわれる。従って、図1の構成と同様に、モータMG1およびMG2を介して電力の形でやりとりされる動力を調整することにより、エンジン150から出力された動力を所望の回転数およびトルクとして駆動軸112から出力することができる。

【0183】従って、このような構成においても、運転者がアクセルペダルを戻して、エンジン150に対する要求パワーがゼロとなった直後に、モータMG1のトルクが一旦下がるという上記した従来技術と同様の問題が生じるので、このような構成に本発明を適用し、エンジン150に対する要求パワーがゼロとなった後に、モータMG1のトルクが単調に増加してゼロに向かうように制御することにより、その問題を解決することは可能である。

【0184】なお、本発明は上記した実施例や実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様にて実施することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例としての動力出力装置を搭載したハイブリッド車両の概略構成を示す構成図である。

【図2】図1のモータMG1に対する制御ユニット190による制御処理ルーチンの流れを示すフローチャートである。

【図3】本発明におけるエンジン目標回転数算出処理ルーチンの流れを示すフローチャートである。

【図4】一般的なエンジン目標回転数算出処理ルーチンの流れを示すフローチャートである。

【図5】一般的なモータMG1の目標回転数算出処理ルーチンの流れを示すフローチャートである。

【図6】一般的なモータMG1のトルク設定値算出処理ルーチンの流れを示すフローチャートである。

【図7】本発明の第1の実施例におけるエンジン150の回転数及びモータMG1、MG2のトルクの時間変化を示したタイミングチャートである。

【図8】本発明におけるモータMG1の目標回転数算出処理ルーチンの流れを示すフローチャートである。

【図9】本発明におけるモータMG1のトルク設定値算

出処理ルーチンの流れを示すフローチャートである。

【図10】本発明の第3の実施例におけるエンジン150の回転数及びモータMG1、MG2のトルクの時間変化を示したタイミングチャートである。

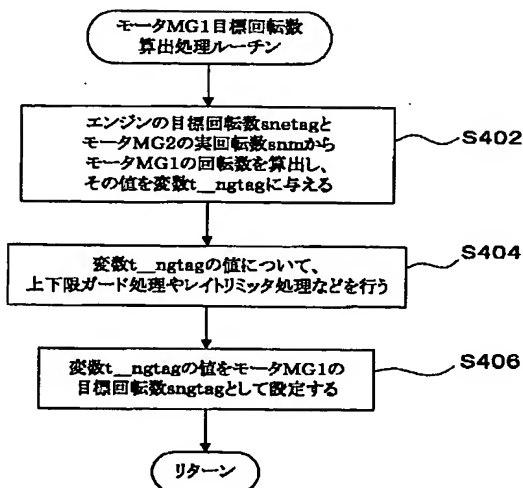
【図11】本発明の変形例としての動力出力装置を搭載したハイブリッド車両の概略構成を示す構成図である。

【図12】アクセルペダルを戻した場合の従来の動力出力装置における各部の主要パラメータの時間変化を示すタイミングチャートである。

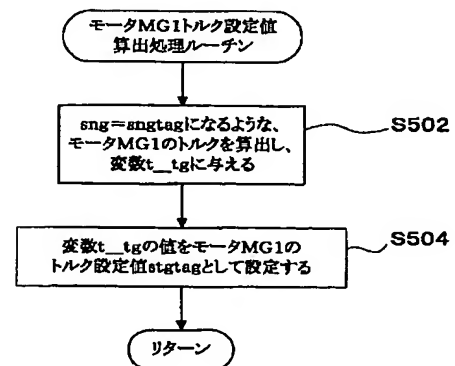
【符号の説明】

- | | |
|-----------------|----------------------|
| 110…動力出力装置 | 143…ステータ |
| 111…動力伝達ギヤ | 150…エンジン |
| 112…駆動軸 | 151…燃料噴射弁 |
| 113…動力受取ギヤ | 152…燃焼室 |
| 114…ディファレンシャルギヤ | 153…吸気弁 |
| 116…駆動輪 | 154…ピストン |
| 119…ケース | 156…クランクシャフト |
| 120…プラネタリギヤ | 157…VVT |
| 121…サンギヤ | 158…イグナイタ |
| 122…リングギヤ | 160…ディストリビュータ |
| 123…プラネタリピニオンギヤ | 162…点火プラグ |
| 124…プラネタリキャリア | 164…アクセルペダル |
| 125…サンギヤ軸 | 164a…アクセルペダルポジションセンサ |
| 126…リングギヤ軸 | 170…E F I E C U |
| 127…プラネタリキャリア軸 | 174…水温センサ |
| 128…動力取出ギヤ | 176…回転数センサ |
| 129…チェーンベルト | 178…回転角度センサ |
| 130…ダンパ | 179…スタータスイッチ |
| 132…ロータ | 190…制御ユニット |
| 133…ステータ | 191, 192…インバータ回路 |
| 142…ロータ | 194…バッテリー |
| | 199…残容量検出器 |
| | 200…吸入口 |
| | 202…排気口 |
| | 261…スロットルバルブ |
| | 262…スロットルアクチュエータ |
| | 263…スロットルバルブポジションセンサ |
| | 264…カムシャフトポジションセンサ |
| | MG1…モータ |
| | MG2…モータ |

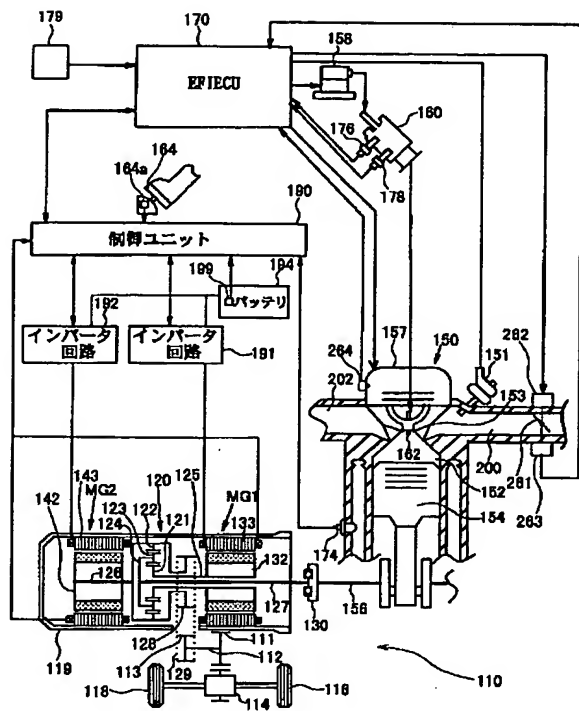
【図5】



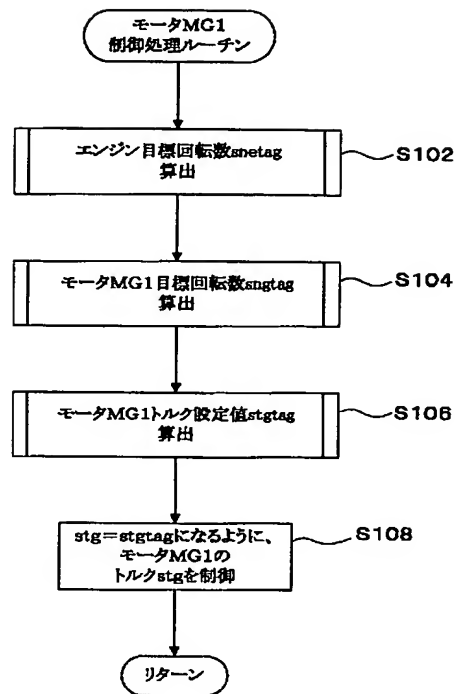
【図6】



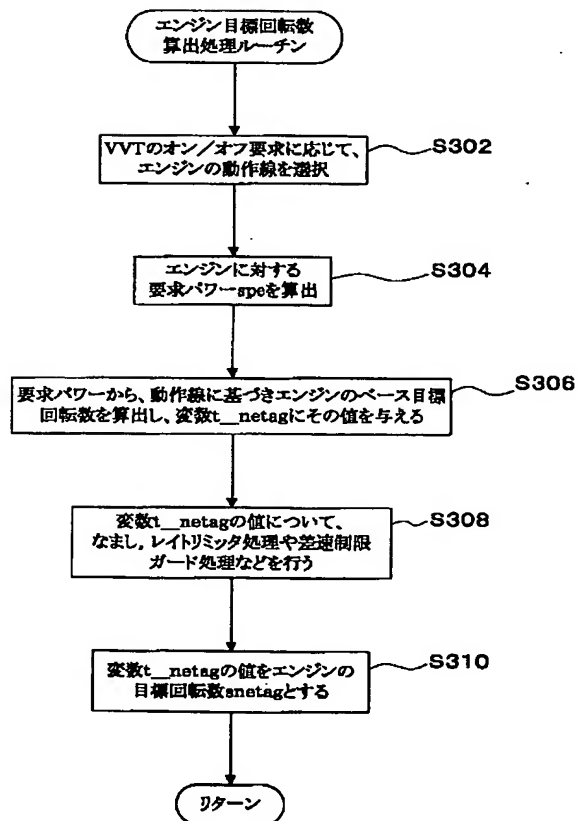
【図1】



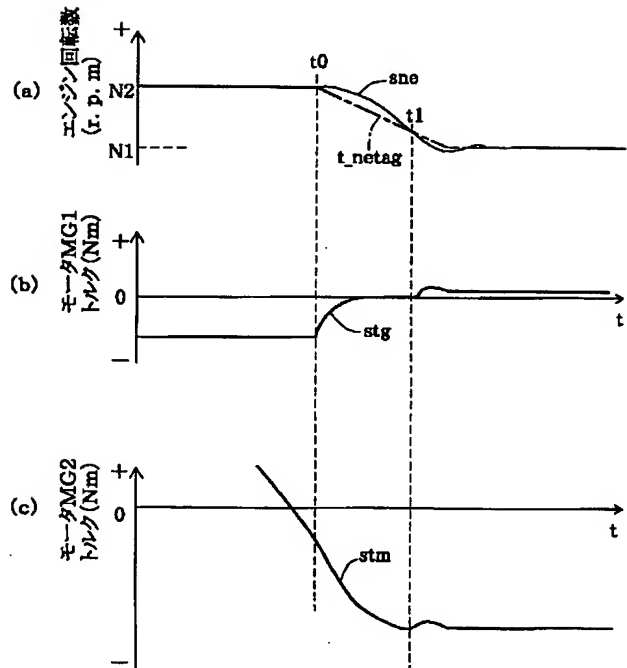
【図2】



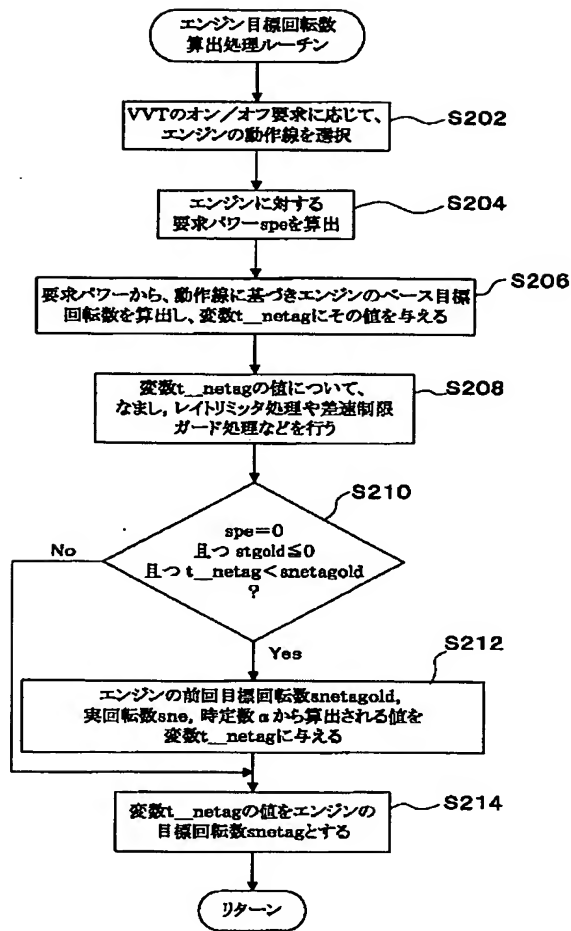
【図4】



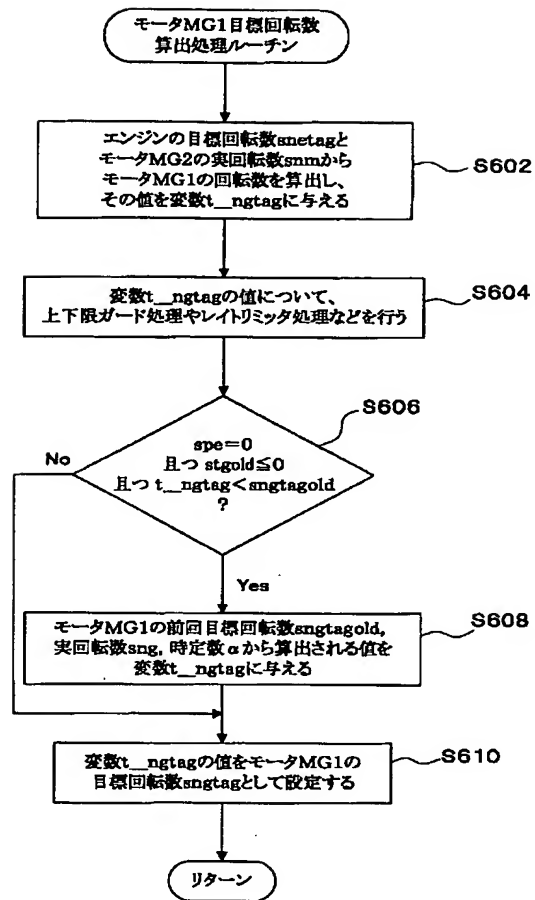
【図7】



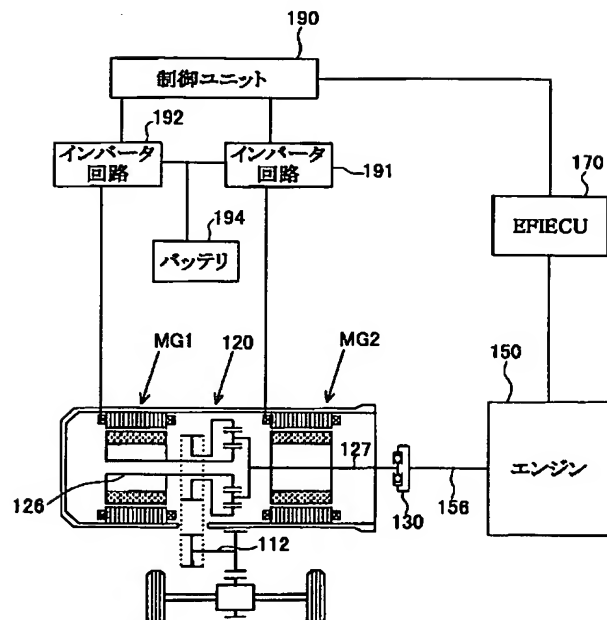
【図 3】



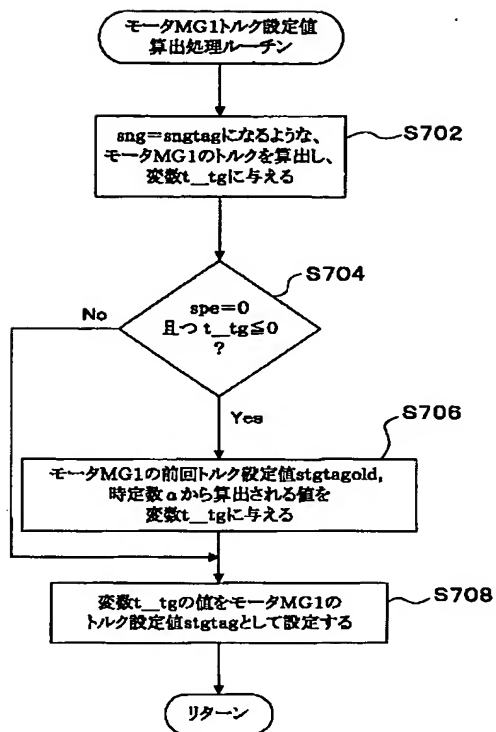
【図 8】



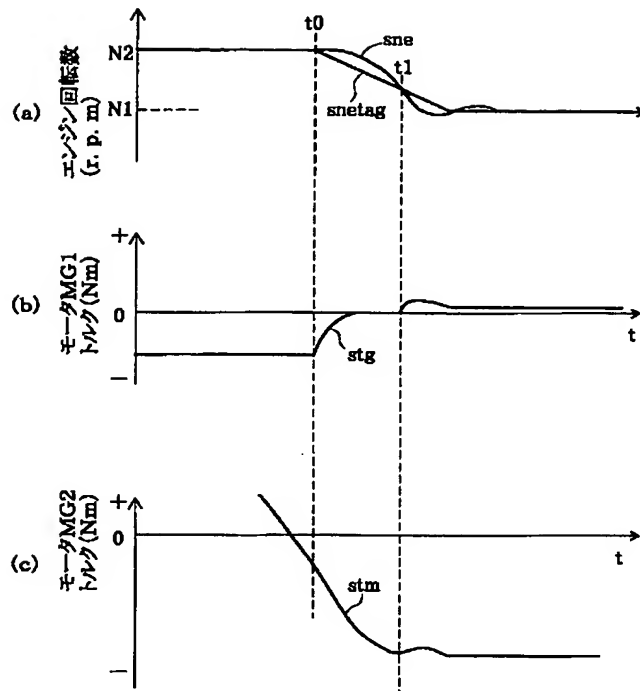
【図 11】



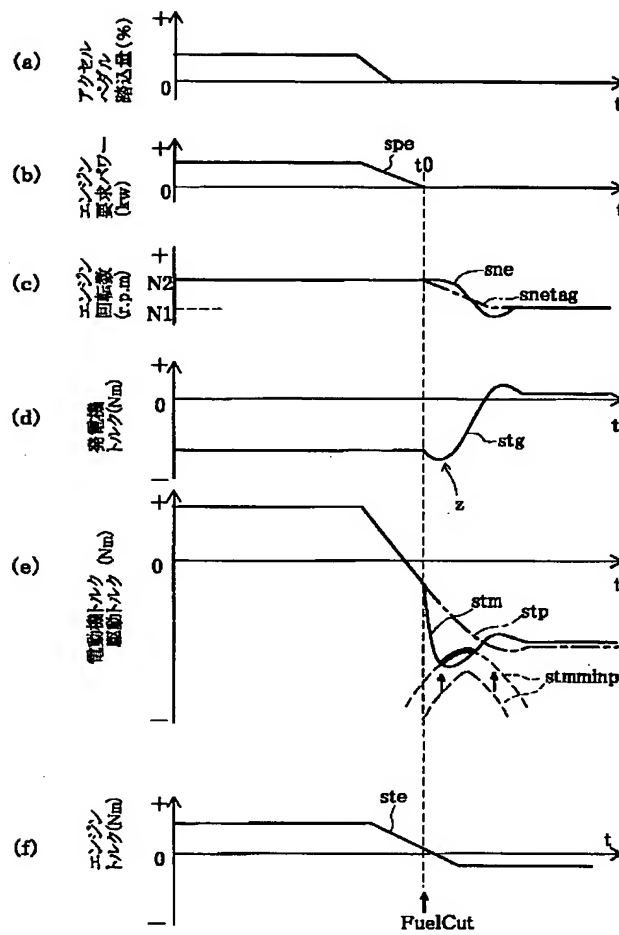
【図9】



【図10】



【図12】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷

H 0 2 P 9/06

識別記号

F I

テ-マ-ド' (参考)

Fターム(参考) 3G093 AA04 AA07 AA16 AB00 BA02
 DA01 DA06 DB01 EB00 EC02
 FA07 FB00 FB03
 5H115 PA01 PG04 PI16 PI29 P017
 PU10 PU24 PU25 PV10 PV23
 QN03 QN22 QN23 QN24 RB08
 RB11 RB22 RE03 RE05 RE12
 RE13 SE04 SE05 SE09 TB01
 TE03 TE08 TE10 TI02 T021
 5H590 AA01 CA07 CA23 CC02 CD03
 CE05 HA25 HA27 JA02 JA12
 JA13 JA14 JB02